



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Informática

PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería Informática

Desarrollo de una herramienta de edición gráfica accesible para el Diseño de Bases de Datos

Autor: Marcos Pantoja López

Tutor: Lourdes Moreno López

Leganés, octubre de 2013

Título: Desarrollo de una herramienta de edición gráfica accesible para el Diseño de Bases de Datos

Autor: Marcos Pantoja López

Director: Lourdes Moreno López

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

El presente proyecto es un esfuerzo en el cual participaron varias personas, leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo y motivándome cuando más lo necesitaba.

En primer lugar quiero mostrar mi agradecimiento a Lourdes Moreno López, tutora de este proyecto, cuya ayuda ha resultado indispensable para realización de este trabajo.

Para finalizar, en este final de trayecto no he podido tener mejores compañeros de viaje; mi pareja, la cual ha sabido apoyarme en los momentos duros, y con la que he disfrutado los momentos buenos, y a Sagrario y Antonio, los cuales han sido, y serán, sin duda, mis segundos padres.

Resumen

La falta de accesibilidad en el software provoca que no haya herramientas de autor disponibles para estudiantes y profesionales con discapacidad. Con el objetivo de mejorar esta situación surge este proyecto, cuyo objetivo principal es el desarrollo siguiendo un enfoque metodológico de una herramienta accesible de edición gráfica para elaborar diagramas según Modelo Entidad/Interrelación como soporte al Diseño de Bases de Datos. Dicha herramienta se ha denominado *erEasy*.

Por un lado, está el desarrollo de un sistema que permita la elaboración de diagramas siguiendo y respetando las restricciones impuestas por el Modelo Entidad/Interrelación. En la actualidad, las herramientas disponibles para este fin son escasas, y las existentes no tienen un potencial adecuado, o incluso, no siguen de manera precisa la notación y elementos gráficos para los constructores del Modelo Entidad/Interrelación. Por ello, el software asociado a este proyecto resulta una aportación a considerar en su campo.

Por otra parte, hasta hoy, la elaboración de diagramas Entidad/Interrelación por parte de usuarios con discapacidad no era posible, dado que no existen herramientas que aseguren su acceso y faciliten su uso. Dado este problema, se han tenido en cuenta los requisitos de accesibilidad necesarios. La propuesta de integración de los requisitos de accesibilidad se ha tomado del proyecto [Visús. R., 2013] hecho en cooperación.

Con el fin de diseñar una herramienta lo más universal posible, y evitar que la aplicación accesible sea poco usable para los usuarios sin discapacidad, en este proyecto se ha seguido un diseño que proporcione una interfaz general que cubra las características de acceso y uso del mayor número de usuarios posible, comprendiendo usuarios sin discapacidad y, usuarios con discapacidad no muy severa. Para los usuarios con discapacidad con limitaciones muy acusadas, se han diseñado e implementado unos módulos específicos para la accesibilidad que se proporcionan en [Visús. R., 2013].

Palabras clave: Accesibilidad, Aplicaciones de escritorio, Diseño, Entidad/Interrelación, editor.

Abstract

The lack of accessibility resulting in no authoring tools for students and professionals with disabilities. In order to improve this situation arises this project, whose main objective is to develop a methodological approach following graphical editing tool available to draw diagrams of the Model Entity / Interaction in designing databases.

On the one hand, the development of a system for diagramming the Entity / Interplay to make a conceptual design of a database, following and respecting those imposed by this model. At present, the available tools for this purpose are scarce, and existing without a proper potential, or even not precisely follow the notation and graphic elements for builders or model design primitive. Therefore, the software associated with this project is a contribution to consider in your field.

Moreover, to date, the Entity charting / interrelationship by users with disabilities was not possible, since there are no tools that ensure access and facilitate their use. Given this problem, we have taken into account accessibility requirements needed. The proposed integration of the accessibility requirements of the project has been taken [Visús. R., 2013] made in cooperation with the project herein is presented.

To attempt a universal tool as possible and ensure that the application is not usable accessible to users without disabilities , this project has followed a design that provides a general interface that covers product features of access and use of more users possible , understanding non-disabled users and users with disabilities are not severe . For users with disabilities with very marked limitations, we have designed and implemented a specific module for accessibility provided in [Visús.R., 2013]

Keywords: Accessibility in desktop applications, Entity/Relationship diagrams.

Índice

Capítulo 1: Introducción.....	13
1.1 Motivación y Introducción	13
1.2. Fases del desarrollo	14
1.3. Medios empleados.....	15
1.4. Estructura de la memoria.....	15
Capítulo 2: Estado de la cuestión	17
2.1 Introducción	17
2.1.1. yED	17
2.1.2. drawIO:	18
2.1.3. Lucid chart	19
2.2 Discusión de los datos	19
Capítulo 3: Análisis del sistema.....	21
3.1. Identificación de Subsistemas de Análisis.....	21
3.1.1. Determinación de Subsistemas de Análisis	21
3.2. Análisis de los Casos de Uso.....	22
3.2.1. Identificación de Clases Asociadas a un Caso de Uso	22
3.2.2. Descripción de la Interacción de Objetos	25
3.3. Análisis de Clases.....	46
3.3.1. Identificación de Responsabilidades y Atributos	46
3.4. Definición de Interfaces de Usuario	54
Capítulo 4: Pruebas.....	56
4.1. Especificación Técnica del Plan de Pruebas.....	56
4.1.1. Especificación del Entorno de Pruebas	56
4.2. Especificación Técnica de Niveles de Prueba.....	57
4.2.1. Pruebas de Aceptación	57
4.2.2. Pruebas del sistema	77
Capítulo 5: Manual de usuario.....	79
5.1. Objetivo y alcance	79
5.2. Puesta en marcha de la aplicación	79
5.3. Uso y descripción de la aplicación	80
5.3.1. Interfaz general.....	80
5.3.2. Interfaz accesible.....	102
5.3.3. Nivel de discapacidad alto-muy alto	134
5.4. Atajos de teclado	146
Capítulo 6: Planificación.....	149
Capítulo 7: Calculo de costes.....	156
7.1. Introducción	156
7.2. Gastos directos	156

7.2.1.	Personal	156
7.2.2.	Equipos.....	159
7.2.3.	Software	160
7.2.4.	Material fungible	161
7.2.5.	Viajes y dietas	161
7.3.	Gastos indirectos	161
7.4.	Total costes.....	162
7.5.	Riesgo.....	162
7.6.	Beneficio	162
7.7.	Tabla resumen	163
7.8.	Precio final	164
Capítulo 8:	Conclusiones	165
Capítulo 9:	Glosario	166
Capítulo 10:	Referencias.....	168
Capítulo 11:	Bibliografía	170
ANEXOS		171
	Análisis de Consistencia y Especificación de Requisitos	172
	Verificación y Análisis de Consistencia entre Modelos	172
	Validación de los Modelos	177

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Imagen del software yED	18
Ilustración 2: Imagen del software drawIO	19
Ilustración 3: Imagen del software Lucid chart	19
Ilustración 4: Arquitectura del sistema	21
Ilustración 5: Todas las clases existentes.....	24
Ilustración 6: CU_01: Insertar elementos arrastrando	25
Ilustración 7: CU_02: Insertar elemento pantalla accesible.....	25
Ilustración 8: CU_03: Insertar elemento por voz.....	26
Ilustración 9: CU_04: Mover elemento	26
Ilustración 10: CU_05: Cambiar nombre elemento	27
Ilustración 11: CU_06: Cambiar nombre elemento pantalla accesible	27
Ilustración 12: CU_07: Cambiar nombre elemento por voz	28
Ilustración 13: CU_08: Eliminar elemento en interfaz	28
Ilustración 14: CU_09: Eliminar elemento con pantalla accesible	29
Ilustración 15: CU_10: Eliminar elemento por voz	29
Ilustración 16: CU_11: Cortar, Copiar o Pegar un elemento	30
Ilustración 17: CU_12: Relacionar elementos con menú emergente	30
Ilustración 18: CU_13: Relacionar elementos con pantalla accesible	31
Ilustración 19: CU_14: Relacionar elementos por voz	32
Ilustración 20: CU_15: Cambiar posición etiqueta atributo	32
Ilustración 21: CU_16: Modificar punto unión arista	33
Ilustración 22: CU_17: Modificar estilo arista	33
Ilustración 23: CU_18: Abrir/Guardar diagrama	34
Ilustración 24: CU_19: Abrir/Guardar diagrama pantalla accesible.....	34
Ilustración 25: CU_20: Abrir/Guardar diagrama por voz	35
Ilustración 26: CU_21: Abrir/Guardar opciones accesibles	35
Ilustración 27: CU_22: Abrir/Guardar opciones accesibles con pantalla accesible.....	36
Ilustración 28: CU_23: Imprimir diagrama	36
Ilustración 29: CU_24: Imprimir diagrama por voz	37
Ilustración 30: CU_25: Exportar diagrama.....	37
Ilustración 31: CU_26: Exportar diagrama por pantalla accesible	38
Ilustración 32: CU_27: Exportar diagrama por voz.....	38
Ilustración 33: CU_28: Deshacer/Rehacer diagrama	39
Ilustración 34: CU_29: Rehacer/Deshacer diagrama por voz.....	39
Ilustración 35: CU_30: Eliminar diagrama.....	40
Ilustración 36: CU_31: Eliminar diagrama con pantalla accesible	40
Ilustración 37: CU_32: Rehacer/Deshacer diagrama por voz.....	41
Ilustración 38: CU_33: Resumen del diagrama	41
Ilustración 39: CU_34: Resumen del diagrama con pantalla accesible	42
Ilustración 40: CU_35: Resumen del diagrama por voz	42
Ilustración 41: CU_36: Errores del diagrama	43
Ilustración 42: CU_37: Errores del diagrama con pantalla accesible	43
Ilustración 43: CU_38: Errores del diagrama por voz	44
Ilustración 44: CU_39: Realizar anotaciones	44
Ilustración 45: CU_40: Modificar opciones accesibles	45
Ilustración 46: Diagrama de relaciones de las clases del grupo 1	47
Ilustración 47: Diagrama de relaciones de una pantalla accesible con el resto del sistema	48
Ilustración 48: Diagrama de relaciones de las clases del grupo 2.....	49
Ilustración 49: Diagrama de la clase UI.....	51

Ilustración 50: Diagrama de la clase JGraphModel.....	52
Ilustración 51: Diagrama clases asociadas al funcionamiento de las pestañas del panel izquierdo....	53
Ilustración 52: Diagrama de las clases asociadas al resto de clases importantes.....	53
Ilustración 53: Pantalla Inicio.....	54
Ilustración 54: Pantalla de información.....	54
Ilustración 55: Pantalla accesible.....	55
Ilustración 56: Interfaz general con resolución 1920x1080.....	81
Ilustración 57: Interfaz general con resolución 1280x720.....	81
Ilustración 58: División parte izquierda/derecha interfaz general	82
Ilustración 59: Parte izquierda oculta	82
Ilustración 60: Parte derecha oculta.....	83
Ilustración 61: Columna divisora entre ambas columnas	83
Ilustración 62: Barra de herramientas desplazada	84
Ilustración 63: Barra de herramientas en la interfaz general	84
Ilustración 64: Barra de herramientas con números asociados a cada botón.	84
Ilustración 65: Ventana de apertura de fichero	85
Ilustración 66: Ventana guardado de fichero	86
Ilustración 67: Título del diagrama.....	86
Ilustración 68: Información sobre errores.....	86
Ilustración 69: Ventana estándar de impresión	87
Ilustración 70: Fichero PDF resultante de la exportación usando un lector PDF	87
Ilustración 71: Imagen JPG resultante de la exportación usando un visor de imágenes	88
Ilustración 72: Confirmación borrado permanente.	88
Ilustración 73: Resultado de un proceso de copiado-pegado	89
Ilustración 74: Pestaña de inserción	90
Ilustración 75: Pestaña de resumen.....	90
Ilustración 76: Pestaña de errores.....	91
Ilustración 77: Pestaña de notas.....	91
Ilustración 78: “Arrastrar y soltar”. El elemento es sombreado mientras que dure el arrastre	92
Ilustración 79: Despliegue del menú emergente al realizar click en zona en blanco	93
Ilustración 80: Menú emergente en detalle al realizar click en zona en blanco	93
Ilustración 81: Despliegue del menú emergente al hacer click en entidad	94
Ilustración 82: Menú emergente en detalle al hacer click en entidad	94
Ilustración 83: Menú emergente con opción Vincular con activada.....	95
Ilustración 84: Menú emergente con opción Desvincular de activada	95
Ilustración 85: Menú emergente para cambiar una arista rígida a flexible	95
Ilustración 86: Menú emergente para cambiar una arista flexible a rígida	95
Ilustración 87: Arista rígida (por defecto) en el grupo izquierdo, y arista flexible en grupo derecho.....	96
Ilustración 88: Menú emergente para una interrelación.....	96
Ilustración 89: Menú emergente en detalle para una interrelación	97
Ilustración 90: Conexión original en el grupo izquierdo (conexión Norte), y cambio a conexión oeste en el grupo derecho	97
Ilustración 91: Menú Vincular con en detalle para una jerarquía	97
Ilustración 92: Disposición de conexión de una jerarquía y menú emergente asociado	98
Ilustración 93: Menú emergente en detalle de un atributo con la acción Posicionar etiqueta.....	98
Ilustración 94: Menú emergente de un atributo con la acción Posicionar etiqueta	99
Ilustración 95: Cambio de posición de la etiqueta hacia abajo	99
Ilustración 96: Selección de un grupo de elementos y proceso de arrastre.....	100
Ilustración 97: Mensaje de alerta al introducir un nombre ya existente	100
Ilustración 98: Campo de texto editable que se muestra al realizar doble-click en un elemento.....	101
Ilustración 99: Campo de texto editable mostrado al realizar doble-click en una cardinalidad.....	101
Ilustración 100: Información de error al introducir un tipo de cardinalidad errónea	102
Ilustración 101: Cuadrado amarillo para mover la etiqueta con la cardinalidad.....	102

Ilustración 102: Foco del teclado situado en el botón de Guardar en la barra de herramientas	103
Ilustración 103: Movimiento del foco del teclado por las pestañas Resumen y Notas.	104
Ilustración 104: Foco del ratón situado en el botón Deshacer en la barra de herramientas, y foco del teclado situado en el tapiz	104
Ilustración 105: Pantalla accesible para la inserción de elementos. El color azul indica el foco de ratón y lo rojo el de teclado.	105
Ilustración 106: Pantalla accesible para la inserción de una entidad	106
Ilustración 107: Error al no introducir un nombre	106
Ilustración 108: Error si ya existe una entidad con el mismo nombre	107
Ilustración 109: Pantalla accesible para la inserción de una interrelación	107
Ilustración 110: Menú desplegable con opción múltiple	108
Ilustración 111: Error al introducir una interrelación sin nombre	108
Ilustración 112: Error si ya existe una interrelación con el mismo nombre	109
Ilustración 113: Pantalla accesible para la inserción de un atributo	109
Ilustración 114: Error al introducir un nombre vacío.	110
Ilustración 115: Error al intentar introducir otro identificador principal	110
Ilustración 116: Error al intentar introducir otro identificador alternativo	111
Ilustración 117: Error al introducir un nombre de atributo ya existente	111
Ilustración 118: Pantalla accesible para la inserción de una jerarquía	112
Ilustración 119: Error al introducir una jerarquía con una entidad superclase y subclase al mismo tiempo	112
Ilustración 120: Error al introducir un nombre de jerarquía vacío	113
Ilustración 121: Error al introducir un nombre de jerarquía ya existente	113
Ilustración 122: Pantalla accesible para la conexión de un atributo	114
Ilustración 123: Error al intentar introducir otro identificador principal	114
Ilustración 124: Error al intentar introducir otro identificador alternativo	115
Ilustración 125: Error al intentar introducir un atributo identificativo en un destino inapropiado ..	115
Ilustración 126: Error si no existen atributos en el diagrama	115
Ilustración 127: Error si no existen destinos para realizar una unión	116
Ilustración 128: Pantalla accesible para la conexión de interrelaciones	116
Ilustración 129: Error al intentar unir con una interrelación una entidad ya unida	116
Ilustración 130: Error al intentar realizar una conexión vacía con una interrelación	117
Ilustración 131: Error al intentar relacionar interrelaciones inexistentes	117
Ilustración 132: Error al intentar relacionar una interrelación sin existir destinatarios	117
Ilustración 133: Pantalla accesible para configurar una jerarquía	117
Ilustración 134: Pantalla accesible para configurar la superclase de una jerarquía	118
Ilustración 135: Pantalla accesible para configurar las subclases de una jerarquía	118
Ilustración 136: Error al intentar configurar una subclase de una jerarquía con una entidad ya vinculada	119
Ilustración 137: Error al intentar configurar una jerarquía inexistente	119
Ilustración 138: Error al intentar configurar una jerarquía sin entidades destino	119
Ilustración 139: Pantalla de selección del elemento al que desvincular otro	119
Ilustración 140: Pantalla de selección del elemento a desvincular	120
Ilustración 141: Pantalla de error de selección del elemento a desvincular	120
Ilustración 142: Pantalla accesible de renombramiento de elementos	120
Ilustración 143: Error al introducir un nombre vacío	121
Ilustración 144: Error si existe un mismo tipo de elemento con el nuevo nombre	121
Ilustración 145: Error cuando no existen elementos para renombrar	121
Ilustración 146: Pantalla accesible de cambio de cardinalidad	122
Ilustración 147: Error si no existen relaciones en el diagrama	122
Ilustración 148: Pantalla accesible de elección del tipo de borrado	123
Ilustración 149: Borrado particular, pantalla de elección de elemento	123
Ilustración 150: Borrado particular, pantalla de validación del borrado	123

Ilustración 151: Borrado completo, pantalla de validación del borrado	123
Ilustración 152: Pantalla accesible con un resumen del diagrama	124
Ilustración 153: Error que ocurre cuando el diagrama está vacío	124
Ilustración 154: Pantalla accesible con la validación del diagrama	125
Ilustración 155: Pantalla accesible de la validación correcta	125
Ilustración 156: Pantalla accesible de cambio de configuración	125
Ilustración 157: Pantalla accesible de cambio de configuración del texto	126
Ilustración 158: Pantalla accesible de cambio de configuración de los botones	127
Ilustración 159: Pantalla accesible para la inserción de elementos, con un cambio de formato	127
Ilustración 160: Pantalla accesible para la configuración extra del sistema.	129
Ilustración 161: Pantalla de resumen con método ToObig especificado como Acople de Pantalla	129
Ilustración 162: Pantalla de resumen con método ToObig especificado como Barra de Desplazamiento	130
Ilustración 163: Pantallas accesibles para apertura (imagen superior) o guardado (inferior)	130
Ilustración 164: Pantallas accesibles de introducción de datos para la apertura (imagen superior) y guardado (imagen inferior)	131
Ilustración 165: Error si no se rellenan todos los campos	131
Ilustración 166: Error si se introduce una ruta de fichero errónea	132
Ilustración 167: Pantalla accesible para la exportación del diagrama a fichero PDF o JPG	132
Ilustración 168: Error si no se introducen todos los campos	133
Ilustración 169: Error si se introduce una ruta no válida	133
Ilustración 170: Diagrama de ejecución del proceso de inserción de elementos mediante voz.	135
Ilustración 171: Diagrama de ejecución del proceso de relación de entidad con una interrelación.	136
Ilustración 172: Diagrama de ejecución del proceso para asignar una superclase o subclase a una jerarquía	137
Ilustración 173: Diagrama de ejecución del proceso para la desvinculación de elementos	138
Ilustración 174: Diagrama de ejecución del proceso para la eliminación de elementos	139
Ilustración 175: Diagrama de ejecución del proceso para la obtención del resumen del diagrama.	140
Ilustración 176: Diagrama de ejecución del proceso para la eliminación completa del diagrama...	140
Ilustración 177: Diagrama de ejecución del proceso para la acción de Deshacer y Rehacer pasos y para validar un diagrama	141
Ilustración 178: Diagrama de ejecución del proceso para modificar el nombre de un elemento	142
Ilustración 179: Diagrama de ejecución del proceso para modificar la cardinalidad de una relación	143
Ilustración 180: Diagrama de ejecución del proceso de imprimir, exportar, guardar y abrir	144
Ilustración 181: Diagrama de ejecución del proceso de activación o desactivación de la reorganización automática post-inserción	145
Ilustración 182: Diagrama de planificación entero	149
Ilustración 183: Diagrama de planificación desglosado (parte 1)	150
Ilustración 184: Diagrama de planificación desglosado (parte 2)	151
Ilustración 185: Diagrama de planificación desglosado (parte 3)	152
Ilustración 186: Diagrama de planificación desglosado (parte 4)	153
Ilustración 187: Diagrama de planificación desglosado (parte 5)	154
Ilustración 188: Diagrama de planificación desglosado (parte 5)	155

Índice de tablas

Tabla 1: PU_01 Ocultar panel izquierdo o agrandar panel derecho	57
Tabla 2: PA_02 Mostrar panel izquierdo.....	57
Tabla 3: PU_03 Ocultar panel derecho o agrandar panel izquierdo	58
Tabla 4: PA_04 Mostrar panel derecho	58
Tabla 5: PA_05 Redimensionar paneles.....	58
Tabla 6: PA_06 Desanclar la barra de herramientas.....	59
Tabla 7: PA_07 Abrir un diagrama previamente guardado	59
Tabla 8: PA_08 Guardar un diagrama por primera vez	60
Tabla 9: PA_09 Guardar un diagrama previamente guardado.....	60
Tabla 10: PA_10 Imprimir un diagrama creado	61
Tabla 11: PA_11 Exportar a JPG un diagrama creado	61
Tabla 12: PA_12 Exportar a PDF un diagrama creado	61
Tabla 13: PA_13 Deshacer	62
Tabla 14: PA_14 Rehacer.....	62
Tabla 15: PA_15 Cortar.....	62
Tabla 16: PA_16 Copiar.....	63
Tabla 17: PA_17 Pegar.....	63
Tabla 18: PA_18 Selección total	64
Tabla 19: PA_19 Eliminar todo.....	64
Tabla 20: PA_20 Salir	64
Tabla 21: PA_21 Abrir configuración accesible.....	65
Tabla 22: PA_22 Guardar configuración accesible	65
Tabla 23: PA_23 Ver resumen del diagrama.....	65
Tabla 24: PA_24 Ver errores del diagrama	66
Tabla 25: PA_25 Insertar notas	66
Tabla 26: PA_26 Ver notas	66
Tabla 27: PA_27 Insertar elemento en el papel tapiz (entidad, jerarquía, atributo o interrelación) en modo normal	67
Tabla 28: PA_28 Vincular un elemento insertado con otro.....	67
Tabla 29: PA_29 Desvincular un elemento insertado de otro	68
Tabla 30: PA_30 Vincular un elemento insertado con otro.....	68
Tabla 31: PA_31 Mover arista.....	69
Tabla 32: PA_32 Cambiar posición de las etiquetas	69
Tabla 33: PA_33 Hacer zoom al diagrama.....	70
Tabla 34: PA_34 Cambiar cardinalidad	70
Tabla 35: PA_35 Mover el foco del teclado por el menú	71
Tabla 36: PA_36 Navegar por el resumen mediante teclado.....	71
Tabla 37: PA_37 Mover el cursor mediante teclado	72
Tabla 38: PA_38 Insertar elementos de manera accesible mediante teclado.....	72
Tabla 39: PA_39 Vincular elementos de manera accesible mediante teclado.....	72
Tabla 40: PA_40 Desvincular elementos de manera accesible mediante teclado	73
Tabla 41: PA_41 Renombrar elementos de manera accesible mediante teclado	73
Tabla 42: PA_42 Modificar la cardinalidad de manera accesible mediante teclado	74
Tabla 43: PA_43 Eliminar elemento de manera accesible mediante teclado	74
Tabla 44: PA_44 Ver resumen de manera accesible mediante teclado	75
Tabla 45: PA_45 Cambiar la configuración accesible mediante teclado.....	75
Tabla 46: PA_46 Apertura de forma accesible mediante teclado.....	76
Tabla 47: PA_47 Guardado de forma accesible mediante teclado	76
Tabla 48: PA_48 Exportar de manera accesible mediante teclado.....	77

Tabla 49: PS_01 Consumo de memoria RAM mínimo	77
Tabla 50: PS_02 Verificar soporte para diferentes resoluciones	78
Tabla 51: PS_03 Tiempo de respuesta mínimo	78
Tabla 52: PS_04 Micrófono reconocido y funcional	78
Tabla 53: Atajos de teclado	148
Tabla 54: Categorías de los cargos	157
Tabla 55: Horas por actividad	158
Tabla 56: Coste equipos	159
Tabla 57: Coste software	160
Tabla 58: Coste material fungible	161
Tabla 59: Coste viajes y dietas	161
Tabla 60: Coste gastos indirectos	161
Tabla 61: Coste total asociado al proyecto	162
Tabla 62: Riesgo establecido	162
Tabla 63: Beneficio	162
Tabla 64: Resumen económico total	164
Tabla 65: Precio final	164
Tabla 66: Asignación Clases a siglas	172
Tabla 67: Matriz de trazabilidad Clases-Casos de Uso (Parte 1).....	174
Tabla 68: Matriz de trazabilidad Clases-Casos de Uso (Parte 2).....	176
Tabla 69: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 1).....	179
Tabla 70: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 2).....	182
Tabla 71: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 3).....	185
Tabla 72: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 4).....	188
Tabla 73: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 5).....	191
Tabla 74: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 6).....	194
Tabla 75: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de Usuario-Casos de Uso (Parte 1).....	197
Tabla 76: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de Usuario-Casos de Uso (Parte 2).....	200

Capítulo 1: Introducción

1.1 Motivación e Introducción

La tecnología debe ser accesible tal que cualquier persona puede utilizarla sin exclusión. Para que las personas con discapacidad puedan integrarse laboralmente en igualdad de oportunidades, este factor es fundamental en su periodo de formación, así como en el de su futuro profesional. Lamentablemente, esto no suele suceder, son muchas las herramientas no accesibles que impiden su uso a muchos grupos de usuarios. Con esta motivación, surgió la realización del proyecto en cooperación con el proyecto [Visus R., 2013], donde el objetivo definido fue el desarrollo de una aplicación accesible como demostración de que es posible llevar a cabo desarrollos integrando requisitos de accesibilidad.

En el currículo formativo en materia de Diseño de Base de Datos se utiliza el Modelo Entidad/Interrelación para Modelado Conceptual, sus esquemas comprenden un diagrama más semántica asociada que no pueda ser representada en el diagrama. El disponer de una herramienta para representar el modelo de datos es fundamental para el aprendizaje del alumno en Diseño de Base de Datos. Hoy en día, las herramientas que existen para este fin son muy escasas, y no son accesibles, por lo que no pueden ser utilizadas por algunos estudiantes con discapacidad. Para solventar esta situación, la finalidad de este proyecto ha sido el desarrollo de un sistema que permita, de una forma sencilla la elaboración de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación, siguiendo y respetando las restricciones impuestas desde el propio modelo. Dicho sistema fue definido por nuestra Tutora, Lourdes Moreno, que ha tomado el rol de Cliente durante todo el proceso de realización del proyecto.

El software asociado a este proyecto resulta una innovación en su campo y soluciona muchos problemas ocasionados por la falta de editores gráficos de este tipo. Mediante la herramienta software resultado de este proyecto, denominada *erEasy*, el usuario será capaz de diseñar y crear sus propios diagramas según Modelo Entidad/Interrelación de una forma fácil e intuitiva.

Para conseguir tal fin, se ha realizado una fase completa y exhaustiva de análisis, la cuál comienza en el estudio realizado en el proyecto [Visus R., 2013] realizado en cooperación, en el cuál se hace uso de la metodología oficial española Métrica V3 para la realización de proyecto.

Por otra parte, el colectivo de usuarios con discapacidad cuenta con poca variedad de aplicaciones destinadas a ellos y pensadas para su acceso, pues bien, el software creado ha tenido en mente a las personas con discapacidad, y ha sido diseñado para facilitar su trabajo y para ofrecer una experiencia agradable tanto a este colectivo como a cualquier otro. En este sistema se ha tenido que llevar a cabo la integración de requisitos de accesibilidad y módulos específicos (pantalla accesible, motor de voz entre otros) para la accesibilidad obtenidos en el proyecto [Visus R., 2013]:

De esta forma, si el usuario con discapacidad tiene limitaciones severas, al interactuar con la tecnología se utilizarán estos módulos específicos para la accesibilidad mencionados. Por otra parte, si el usuario con discapacidad tiene limitaciones leves, podrá utilizar la interfaz general de la aplicación, puesto que la misma también ha sido optimizada con mecanismos útiles accesibles, como por ejemplo, permitir el uso del mismo únicamente con el teclado (pudiéndose mover el ratón con el mismo), identificación completa de los focos de teclado y ratón, etc.

Para cualquier información relacionada con la accesibilidad de la aplicación, pueden encontrarla en el proyecto [Visus R., 2013]. Para mayor comprensión del proyecto en conjunto, la división de partes realizadas por cada proyecto ha sido:

- En proyecto [Visús R., 2013]:
 - Análisis y Diseño: Recogida de requisitos (usuario y software) así como casos de uso de la aplicación completa (Vista general y accesible).
 - Desarrollo e Implementación: Módulos de pantallas accesibles, reconocimiento y síntesis de voz (Vista accesible).
 - Validación de la accesibilidad
- En este proyecto:
 - Análisis y Diseño: Arquitectura del sistema, diagramas de secuencia y diagramas de clases de la aplicación completa (Vista general y accesible).
 - Desarrollo e Implementación: Lógica completa de la aplicación e interfaz general (todo exceptuando módulos para vista accesible).
 - Pruebas

Por tanto, el análisis y diseño de la aplicación ha sido comenzado por [Visús R., 2013], y finalizado en este proyecto (realizando la arquitectura del sistema y diagramas de secuencia y clases). Por otra parte, el bloque principal de desarrollo se ha hecho en este proyecto, acoplando los módulos específicos para la accesibilidad así como la integración de los requisitos de accesibilidad definidos. De este modo, el análisis y diseño de la aplicación completa (tanto su parte accesible como general) ha sido dividido en dos partes (requisitos y casos de uso // arquitectura, diagramas de secuencia y clases), mientras que el desarrollo e implementación se ha dividido en la parte accesible y la general.

1.2 Objetivos

El objetivo fundamental del proyecto es diseñar y desarrollar una herramienta software de edición o editor gráfico con el que se puedan elaborar diagramas según Modelo Entidad/Interrelación como soporte al Diseño conceptual de Base de Datos; pero con el requisito de que la herramienta sea accesible tal que pueda ser utilizado por usuarios con y sin discapacidad. Este desarrollo general del sistema se va a llevar a cabo contando con la parte relativa a la integración de la accesibilidad definida en el proyecto [Visús R., 2013]. En base a ese objetivo principal, se proponen los siguientes objetivos parciales:

- Estudio y análisis de la situación actual relacionada con los editores según Modelo Entidad/Interrelación. Discusión de los datos
- Análisis exhaustivo de la documentación de cómo integrar la accesibilidad [Visús, R., 2013] para integrarla en la aplicación.
- Completar la fase de análisis relativa a la accesibilidad, realizando un análisis y diseño del sistema, haciendo para tal fin: la arquitectura del sistema, diagramas de secuencia y diagramas de clase.
- Desarrollo del editor.
- Elaboración de Manual de usuario, donde se incluye la documentación completa a la aplicación y uso de la Interfaz por un usuario sin discapacidad, así como con discapacidad.
- Pruebas funcionales de la aplicación.

1.3 Fases del desarrollo

Las fases seguidas para la realización del proyecto, haciendo uso de la documentación de la metodología Métrica V3. Las fases han sido las siguientes:

- **Fase 1:** Análisis del sistema
 - Análisis de la situación actual en lo referente a editores según Modelo Entidad/Interrelación
 - Análisis del estudio relativo a la accesibilidad del sistema [Visus R., 2013]. Como resultado extensión del análisis, y Diseño del sistema.
- **Fase 2:** Desarrollo del sistema.
- **Fase 3:** Pruebas funcionales del sistema.
- **Fase 4:** Elaboración de documentación: Manual de Usuario.
- **Fase 5:** Planificación y análisis de los recursos y costes necesarios para el desarrollo del proyecto.

1.4 Medios empleados

Los medios empleados para la realización de este PFC han sido:

- Ordenador de sobremesa
- Ordenador portátil
- Entorno de desarrollo Eclipse
- Máquina virtual Java

1.5 Estructura de la memoria

Para facilitar la lectura de la memoria, a continuación se incluye un breve resumen de cada capítulo:

- **Capítulo 1: Introducción:** En este capítulo se ha presentado una introducción sobre el PFC, así como sus objetivos.
- **Capítulo 2: Estado de la cuestión:** Análisis de la situación actual en lo referente a las herramientas gráficas de edición de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación. Relacionado con la fase 1.
- **Capítulo 3: Análisis del Sistema:** El propósito del capítulo es mostrar de una manera detallada el análisis y diseño del sistema incluyendo los diagramas de secuencia y diagramas de clases asociados al proyecto, complementando el estudio de análisis realizado por [Visus R., 2013]. Relacionado con las fases 1 y 2.
- **Capítulo 4: Pruebas:** En este capítulo se incluyen la batería de pruebas realizadas y que certifican que la aplicación cumple todos sus requisitos. Relacionado con la fase 3.
- **Capítulo 5: Manual de usuario:** Documento que explica el uso de la aplicación para usuarios con y sin discapacidad. Relacionado con la fase 4.
- **Capítulo 6: Planificación:** Se especifica los tiempos y recursos empleados en la realización del proyecto. Relacionado con la fase 5.

- **Capítulo 7: Costes:** Análisis del coste que conlleva la realización de la aplicación. Relacionado con la fase 5.
- **Capítulo 8: Conclusiones:** Después de todos los pasos anteriores, se analiza y muestra las opiniones finales, así como mejoras y líneas futuras de la aplicación.
- **Capítulo 9: Glosario**
- **Capítulo 10: Referencias**
- **Capítulo 11: Bibliografía**

Capítulo 2: Estado de la cuestión

2.1 Introducción

Para poder observar la capacidad innovadora y potencial de nuestra aplicación, se ha procedido a realizar un estudio del estado del arte actual respecto a editores de diagramas siguiendo el Modelo Entidad/Interrelación y sus restricciones impuestas [Chen, 1976].

Se han analizado las aplicaciones disponibles, eligiendo las mejores y comparándolas, para así poder hacer una discusión de los datos y poder diseñar una propuesta con valor añadido, Es decir, para diferenciarla con herramientas del mercado, ya que no existe competencia alguna que pueda acercarse a las características y funcionalidades ofrecidas por el nuevo desarrollo resultado de este proyecto.

Por una parte, hay que destacar que no existe ningún software disponible de este tipo para usuarios con discapacidad, por lo que, sin necesidad de comparaciones, la aplicación resultado de este proyecto es única en su ámbito, ofreciendo al colectivo de usuarios con discapacidad una plataforma para crear y diseñar diagramas que hasta el momento les era imposible. Por otra parte, en la mayoría de las ocasiones, las aplicaciones destinadas al colectivo de usuarios con discapacidad a veces no son usables a usuarios sin discapacidad, por lo que el programa resultado de este proyecto ha sido optimizado para que su uso sea cómodo para todos los usuarios.

La aplicación objetivo debe cumplir con todas las normativas para considerarse totalmente accesible (véase *Capítulo 2 del proyecto [Visus, R., 2013]*), por lo tanto, cualquier usuario con discapacidad podrá, elaborar sus propios diagramas siguiendo el Modelo Entidad/Interrelación. Hay que resaltar que el software ha sido desarrollado de manera compatible con los productos de apoyo, tecnologías con las que acceden los usuarios con discapacidad, como puede ser un lector de pantalla.

El poco software para edición de modelado Entidad/Interrelación existente denota bastantes carencias, por lo que prácticamente impide su uso. Se podría considerar que, previamente al desarrollo del programa en el que se basa este proyecto, no existe ningún tipo de software específico para la creación de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación de una forma correcta, estable y robusta. Por ello, para el estudio y comparación de las plataformas ya existentes con la implementada, se ha elegido los tres mejores programas disponibles en el mercado que se ubican en el mismo ámbito.

2.1.1. yED

Este software llamado yED [yWorks, 2013] permite la edición gráfica de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación, pero no en su modelo extendido, por lo que la inclusión de elementos según constructor jerarquía no se considera.

Por otro lado, su uso no es muy intuitivo, necesitando un tiempo de aprendizaje considerable, además de existir problemas y carencias a la hora de la conexión de elementos en la interfaz o vista gráfica, que provoca problemas, errores y conexiones no deseadas.

Además, no ofrece en ningún momento ninguna herramienta de validación u observación de errores según las restricciones impuestas por el Modelo Entidad/Interrelación, en contraposición al software desarrollado.

Además, y lo más importante, no existe ningún tipo de ayuda para usuarios con discapacidad, por lo que su uso discrimina y excluye a los usuarios con discapacidad.

Finalmente, los elementos gráficos (iconos y formas) utilizados para representar los distintos constructores del Modelo Entidad/Interrelación no siguen la notación gráfica estándar. Al igual que lo

anterior, no hace diferencia entre los distintos constructores de tipo atributo (opcionales, multivaluados, compuestos, etc.), por lo que se puede confirmar que este software es incompleto y no accesible para la elaboración de esquemas conceptuales.

En la Ilustración 1, se muestra la interfaz de la herramienta yED

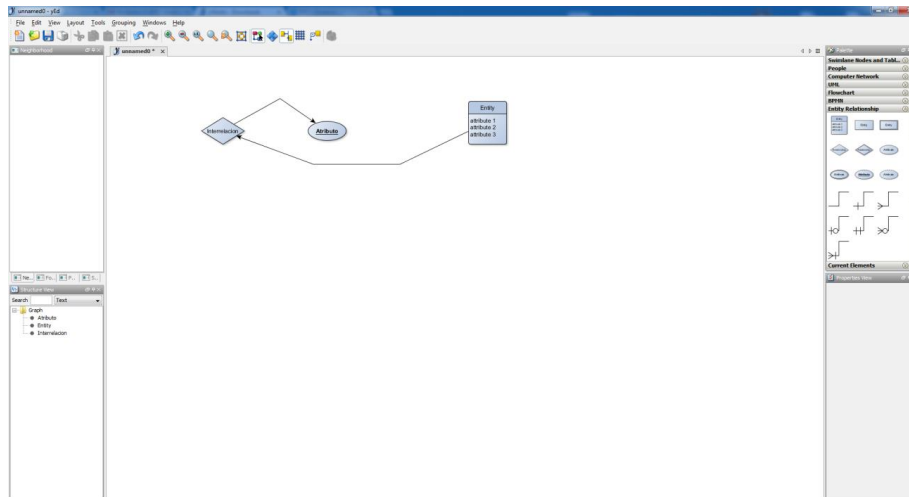


Ilustración 1: Interfaz del software yED

2.1.2. drawIO:

Otra herramienta encontrada es drawIO [JGraph, 2005]. Todo lo comentado para el software yED es aplicable de manera similar a drawIO, añadiendo que la interfaz es aún menos usable, y que los elementos posibles a insertar son solo los de los constructores de entidad y atributo, obviando tanto jerarquía como interrelación.

Además, al igual que el yED, si por ejemplo, se desea insertar un atributo opcional, se deberá utilizar el icono de atributo estándar (solo hay uno) y elegir el tipo de arista manualmente, lo que puede provocar grandes errores y confusiones al usuario.

No existe ningún mecanismo de ayuda y utilidad para la accesibilidad, ni de validación alguna del Modelo.

De nuevo, podemos afirmar que el software resultado de este proyecto, será más completo ya que se ha incluido requisitos de accesibilidad, además de posibilidad de hacer diagramas utilizando los constructores del Modelo Entidad/Interrelación extendido.

En la Ilustración 2 se muestra la interfaz de la aplicación.

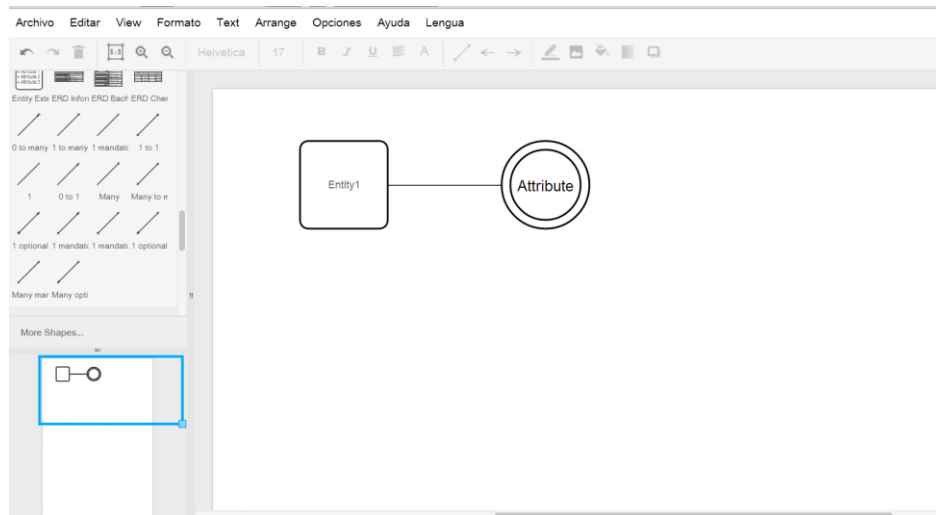


Ilustración 2: Interfaz del software drawIO

2.1.3. Lucid chart

Por último, se ha encontrado Lucid chart [LucidChart, 2008], y de igual manera todo lo comentado para las dos herramientas anteriores son aplicables a este software.

La interfaz utilizada es simple, pero obvia muchas acciones y funcionalidades básicas para un correcto diseño. No hace nada de tratamiento de la accesibilidad. Y de igual manera el software desarrollado y resultado de este proyecto tiene valor añadido siguiendo los objetivos de este proyecto.

En la Ilustración 3 se muestra la interfaz de esta aplicación.

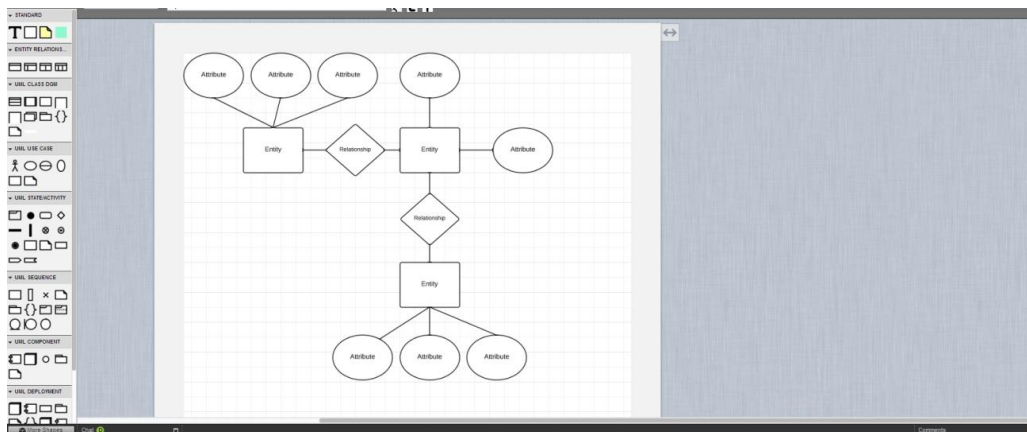


Ilustración 3: Interfaz del software Lucid chart

2.2 Discusión de los datos

Se puede concluir que las herramientas encontradas no se centran en la creación de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación, sino de cualquier tipo. Siguen un enfoque general como otras herramientas más potentes como *Visio*, *Altova* o *Dia*, lo que disminuye aún más su calidad para obtener este tipo de diagramas y más accesible. Existen otros programas que trabajan en el mismo entorno, pero tienen aún más discapacidades, por lo que se ha intentado elegir únicamente estas tres herramientas más avanzadas para un Diseño del Modelo Entidad/Interrelación.

Después del análisis de este estudio, la herramienta de resultado de este proyecto siguiendo objetivos tiene mucho valor añadido respecto a las herramientas vistas ya que:

- No existe ningún tipo de herramienta accesible dedicada al Diseño conceptual de Bases de Datos, siguiendo Modelo Entidad/Interrelación.
- El software existente no contempla los constructores de la parte extendida del Modelo Entidad/Interrelación.
- En la mayoría de las ocasiones, las representaciones de elementos de Diseño de Base de Datos, no siguen la notación gráfica estándar del Modelo Entidad/Interrelación.
- No existe validación alguna para comprobar que el diagrama es válido, es decir, no hay validación de las restricciones impuestas por el Modelo Entidad/Interrelación.

Por tanto, para finalizar, podemos confirmar que la aplicación desarrollada en este proyecto es única en este ámbito, añadiendo además características de accesibilidad innovadoras que ayudarán enormemente a la comunidad de usuarios con discapacidad.

Capítulo 3: Análisis del sistema

Utilizando el estudio y trabajo realizado en el proyecto fin de carrera asociado [Visus. R., 2013], en este capítulo se finalizará el análisis del sistema, estudiando la arquitectura de sistema elegida, así como los diagramas de secuencia y de clases asociado.

Como apoyo al desarrollo, se han utilizado una serie de librerías JAVA:

- JGraphX: Ayuda en el diseño de diagramas [JGraphX, 2010].
- Itext: Ayuda para la exportación a PDF [Itext, 2009].
- JavaFlacEncoder: Utilizado para la reproducción y síntesis de voz [Flac, 2010].

3.1. Identificación de Subsistemas de Análisis

El sistema utilizado se basará en el patrón del Modelo-Vista-Controlador (véase Ilustración 4), depositando toda la ejecución del programa en la máquina del usuario, dejando únicamente en el exterior la ejecución del módulo por voz, el cuál utilizará el servidor de Google para la correcta síntesis y reconocimiento de voz.

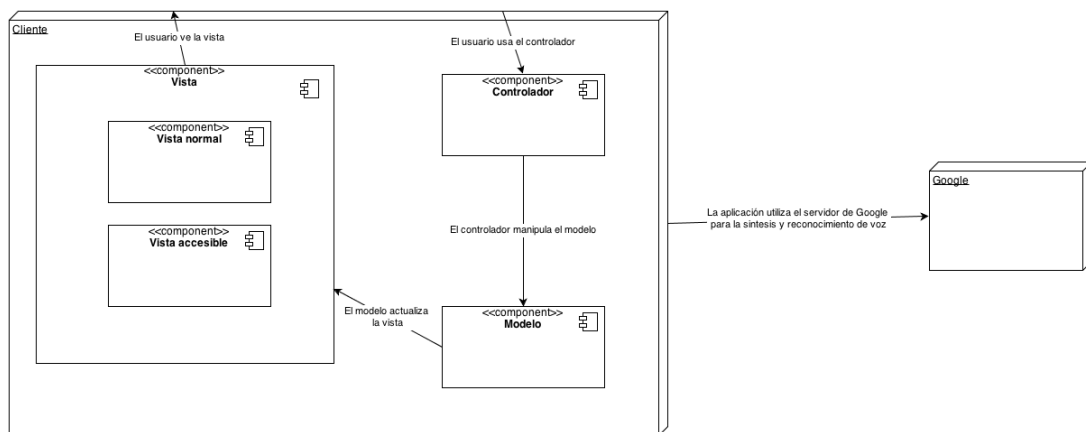


Ilustración 4: Arquitectura del sistema

3.1.1. Determinación de Subsistemas de Análisis

Se ha elegido la descomposición en los tres componentes Modelo, Vista y Controlador.

Dentro de la Vista podemos observar que diferenciamos entre la interfaz normal y la interfaz de pantalla accesible. También tenemos por otra parte al Controlador y al Modelo.

El componente Vista se encarga de Gestionar la funcionalidad requerida por el usuario (las interfaces). El componente Controlador es quien gestiona el flujo de peticiones del usuario en la interfaz para decidir qué acción realizar. Por último, el componente Modelo, es quien gestiona las peticiones aceptadas por el Controlador, devolviendo la respuesta para mostrar

3.2. Análisis de los Casos de Uso

3.2.1. Identificación de Clases Asociadas a un Caso de Uso

Dada la magnitud del sistema, se ha agrupado ciertas clases en conjuntos con las mismas características. Por otro lado, por el mismo motivo, solo se han analizado y mostrado en ese documento las clases principales, puesto que la explicación de todas las existentes daría como resultado un bloque demasiado denso y complejo para realizar un análisis escrito.

Cada pantalla accesible viene dada por una clase diferente, aprovechando el poder de encapsulación e independencia de Java, siendo un total de 29. Todas ellas tienen un funcionamiento similar, diferenciados por el contenido de la ventana, pero la lógica principal es la misma, por lo que todas ellas serán tratadas como una igual llamada AS.

A continuación se relacionan los casos de uso asociados a cada clase o grupo de clases, así como una imagen (ver Ilustración 5) en la que se muestran todas las clases existentes:

- **UI:** Clase principal que configura la vista de la interfaz general. Todos los casos de uso utilizan esta clase exceptuando los asociados a comandos por voz: CU_03, CU_07, CU_10, CU_14, CU_20, CU_24, CU_27, CU_29, CU_32, CU_35 y CU_38
- **JGraphModel:** Clase que encapsula el funcionamiento del diagrama. Para ello se usa la librería gratuita y con código libre JGraphX. Conformar la parte derecha de la interfaz principal (UI). Todos los casos de uso utilizan esta clase, exceptuando el CU_39 y CU_40.
- **AS:** Conjunto de clases que configura todas las pantallas accesibles utilizadas para la interacción con el colectivo de usuarios con discapacidad. Los casos de uso que utilizan estas clases son: CU_02, CU_06, CU_09, CU_13, CU_19, CU_22, CU_26, CU_31, CU_34, CU_37, CU_40.
- **TabbedPaneInfoInsertPanel:** Clase que refiere el funcionamiento de la pestaña de inserción de elementos. El caso de uso que hace uso de esta clase es el CU_01.
- **TabbedPaneInfoSummaryPanel:** Clase asociada a la pestaña de resumen del diagrama. El caso de uso que hace uso de esta clase es el CU_33.
- **TabbedPaneInfoErrorPanel:** Clase que refiere el funcionamiento de la pestaña de errores y validación del diagrama. El caso de uso que hace uso de esta clase es el CU_36.
- **TabbedPaneInfoNotesPanel:** Clase asociada a la pestaña de notas del diagrama. El caso de uso que hace uso de esta clase es el CU_39.
- **OpenAndSave:** Clase que engloba la lógica utilizada para el funcionamiento correcto del sistema de apertura y guardado de diagramas y opciones accesibles. Los casos de uso que utilizan estas clases son: CU_18, CU_19, CU_20, CU_21, CU_22.
- **CutAndCopyAction:** Clase que encapsula el uso de los métodos de cortar y copiar elementos. El caso de uso que utiliza esta clase es el CU_11.
- **PasteAction:** Clase utilizada para almacenar la lógica referida a la acción de pegar elementos. Los casos de uso que utilizan estas clases son: El caso de uso que utiliza esta clase es el CU_11.

- **ExportAndPrint:** Clase que engloba los útiles necesarios para exportar e imprimir diagramas. Los casos de uso que utilizan estas clases son: CU_23, CU_24, CU_25, CU_26, CU_27.
- **ControllInputKeyboard:** Clase que maneja el oyente del teclado, que controla en todo momento la interacción con el mismo. Los casos de uso que utilizan estas clases son: CU_02, CU_03, CU_06, CU_07, CU_09, CU_10, CU_13, CU_14, CU_19, CU_20, CU_22, CU_24, CU_26, CU_27, CU_29, CU_31, CU_32, CU_34, CU_35, CU_37, CU_38 Y CU_40.
- **ActionsMicrophone:** Clase que controla la interacción auditiva con el usuario, tanto la síntesis como el reconocimiento de voz. Los casos de uso que utilizan estas clases son: CU_03, CU_07, CU_10, CU_14, CU_20, CU_24, CU_27, CU_29, CU_32, CU_35, CU_38

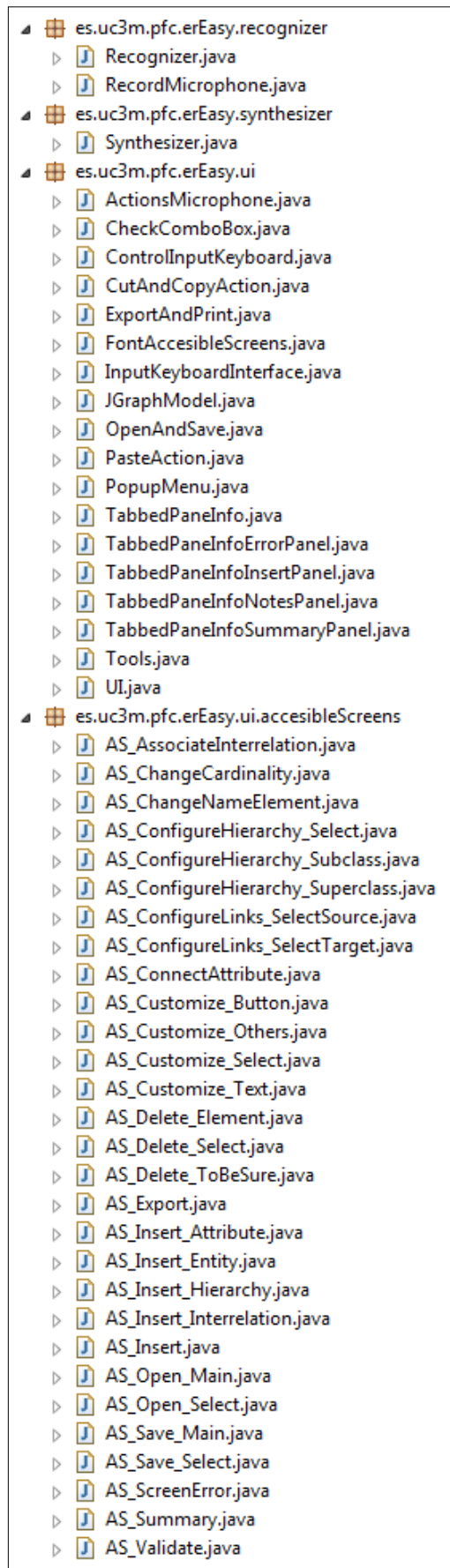


Ilustración 5: Todas las clases existentes

3.2.2. Descripción de la Interacción de Objetos

A continuación se muestran las Ilustraciones que presentan los diagramas de interacción de cada caso de uso que se pueden consultar en el proyecto [Visus R, 2013]:

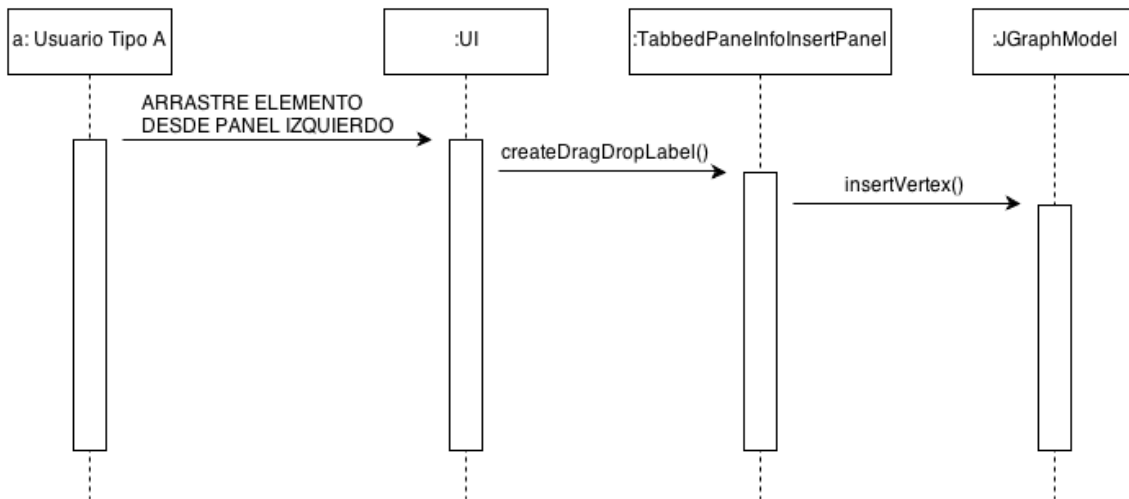
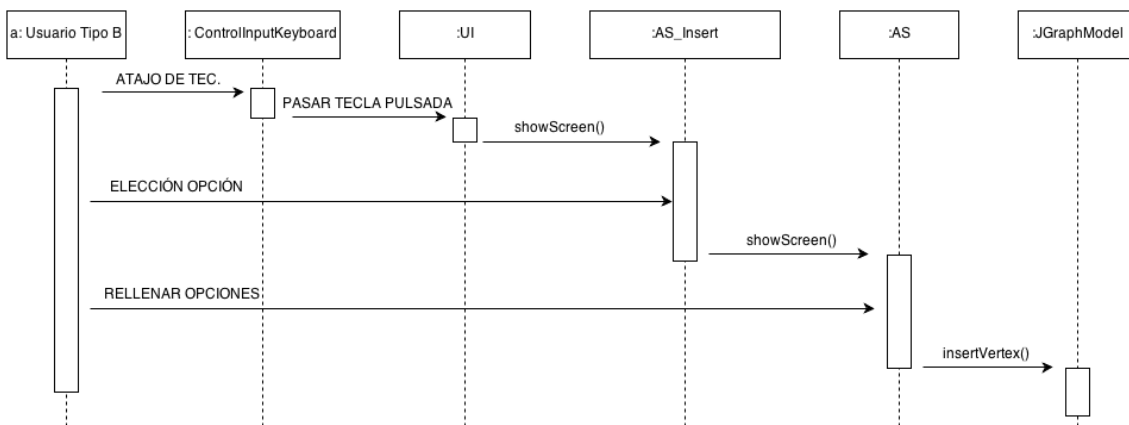


Ilustración 6: CU_01: Insertar elementos arrastrando



:AS puede ser AS_Insert_Entity, AS_Insert_Interrelationship, AS_Insert_Attribute o AS_Insert_Hierarchy según lo que desee insertar el usuario

Ilustración 7: CU_02: Insertar elemento pantalla accesible

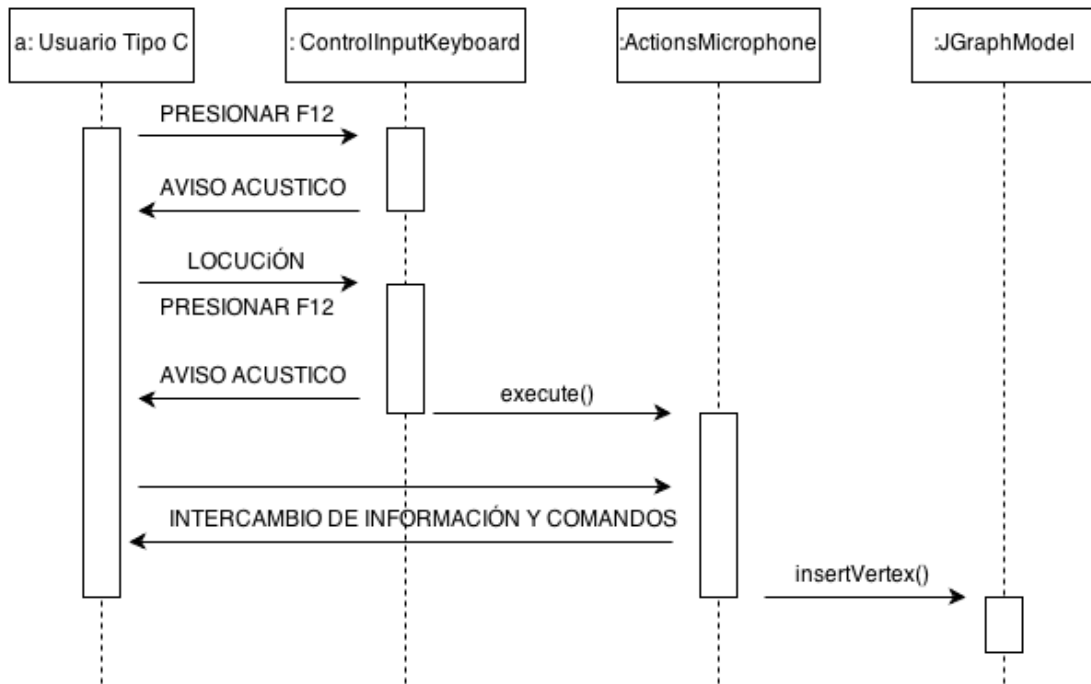


Ilustración 8: CU_03: Insertar elemento por voz

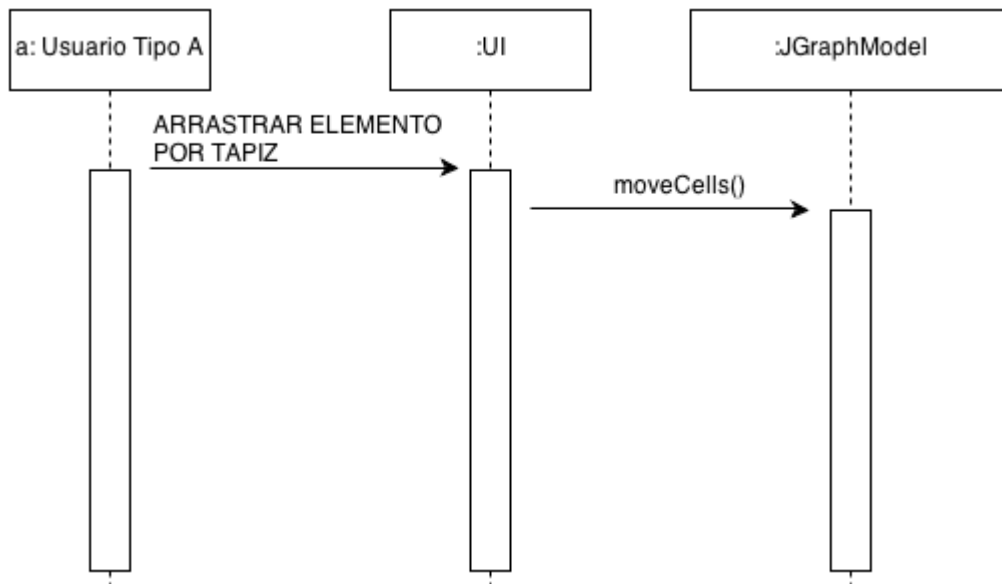


Ilustración 9: CU_04: Mover elemento

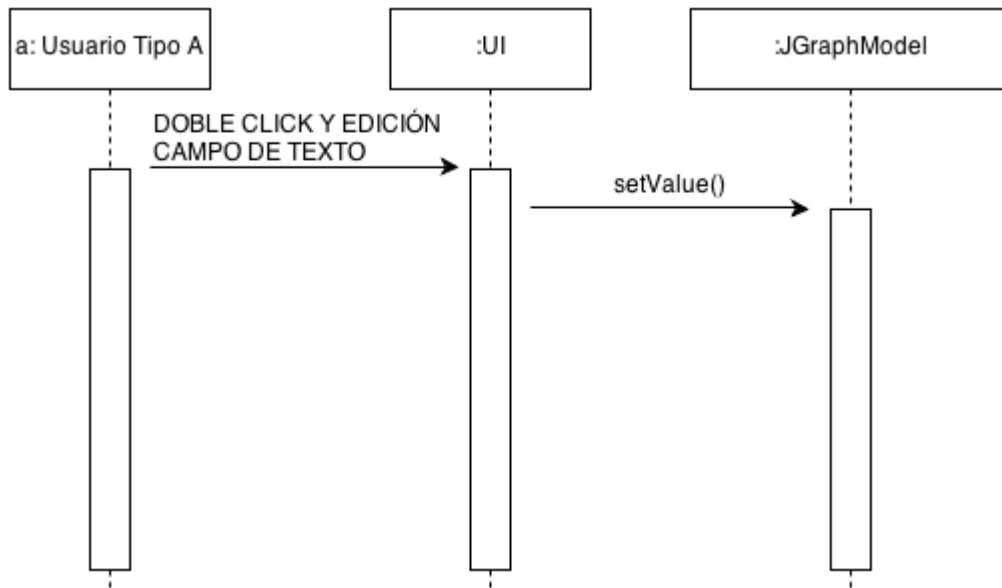


Ilustración 10: CU_05: Cambiar nombre elemento

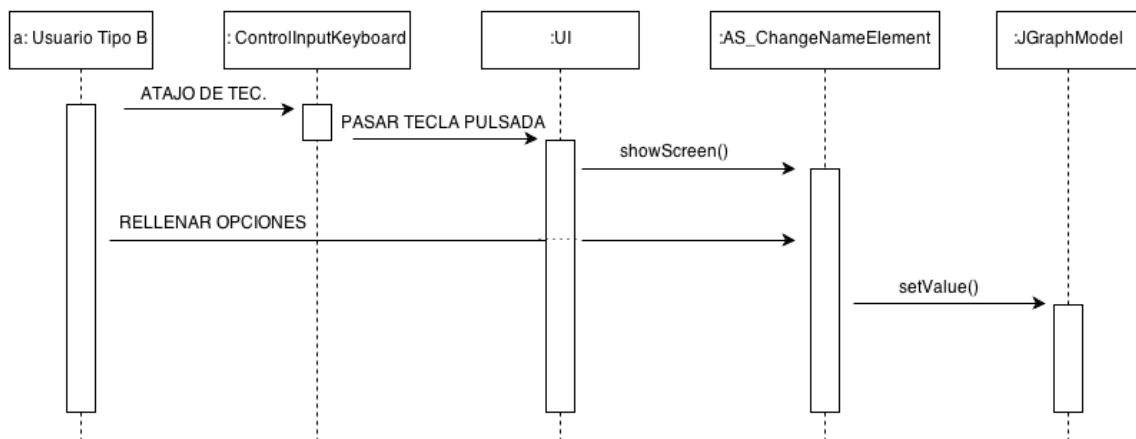


Ilustración 11: CU_06: Cambiar nombre elemento pantalla accesible

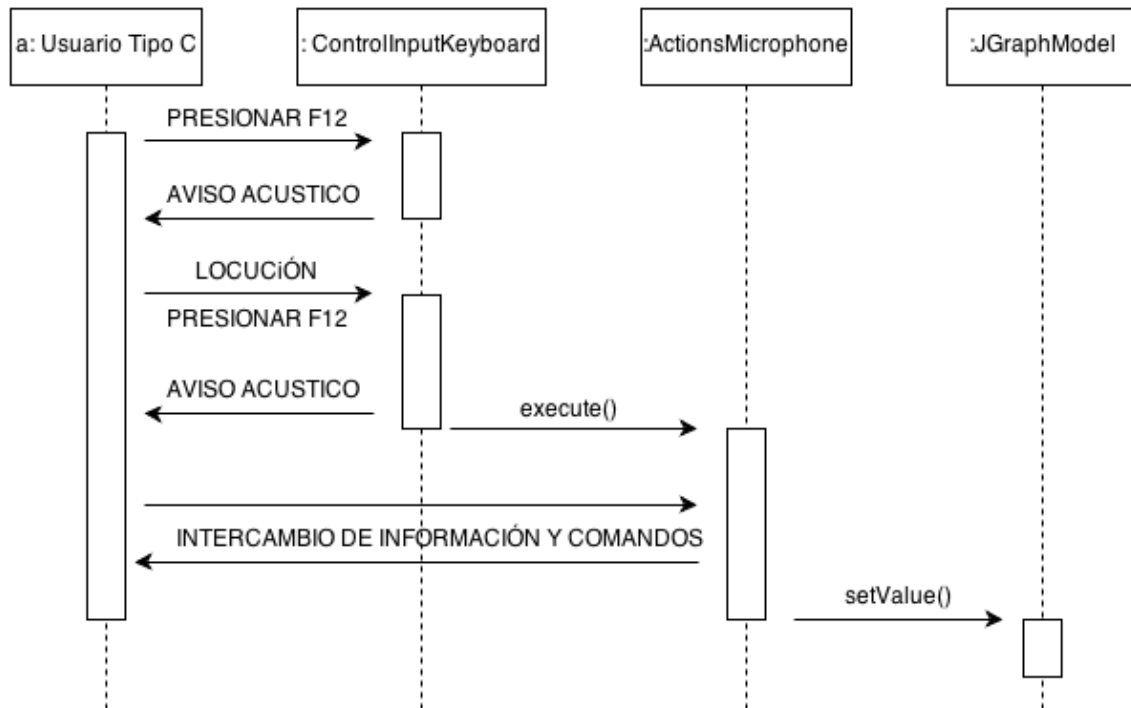


Ilustración 12: CU_07: Cambiar nombre elemento por voz.

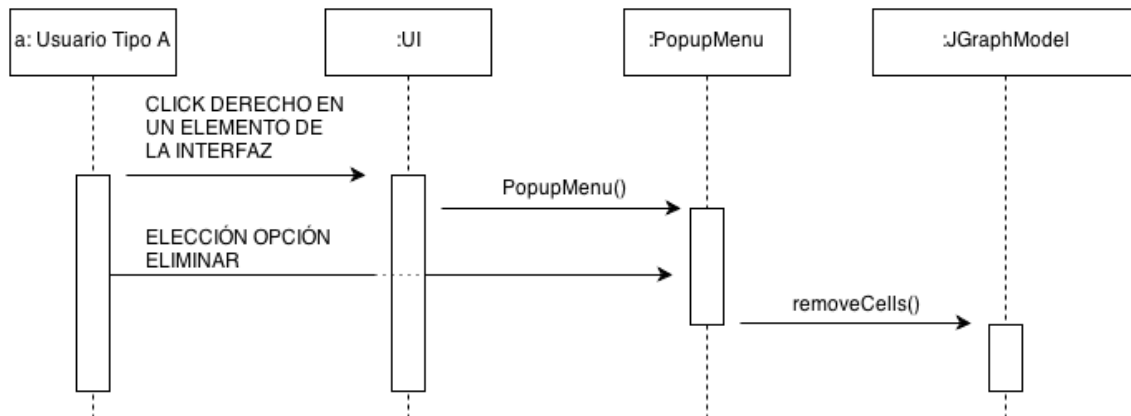


Ilustración 13: CU_08: Eliminar elemento en interfaz.

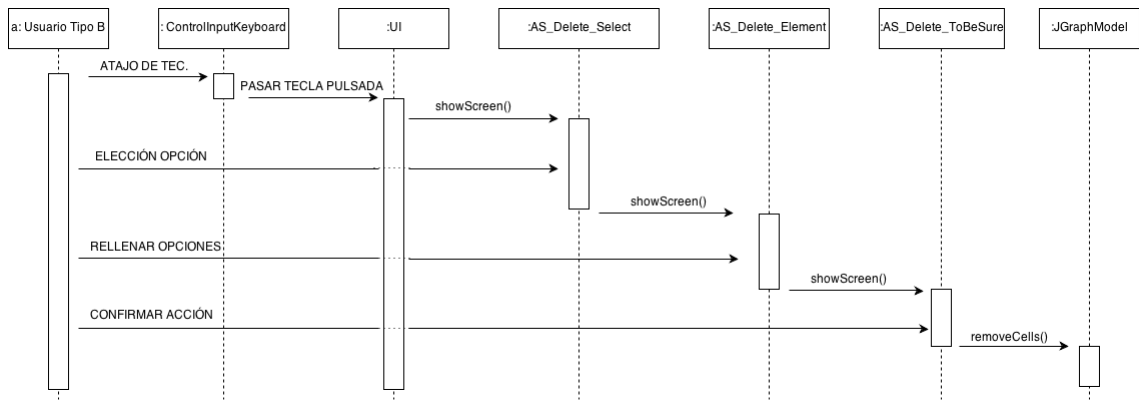


Ilustración 14: CU_09: Eliminar elemento con pantalla accesible

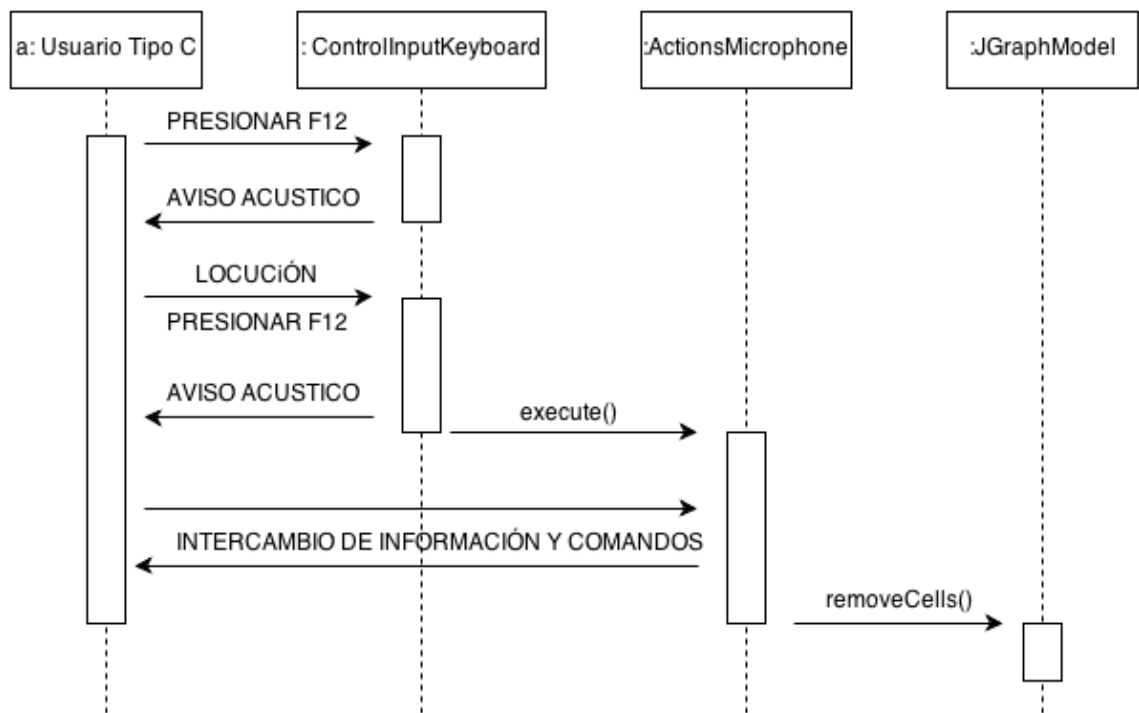
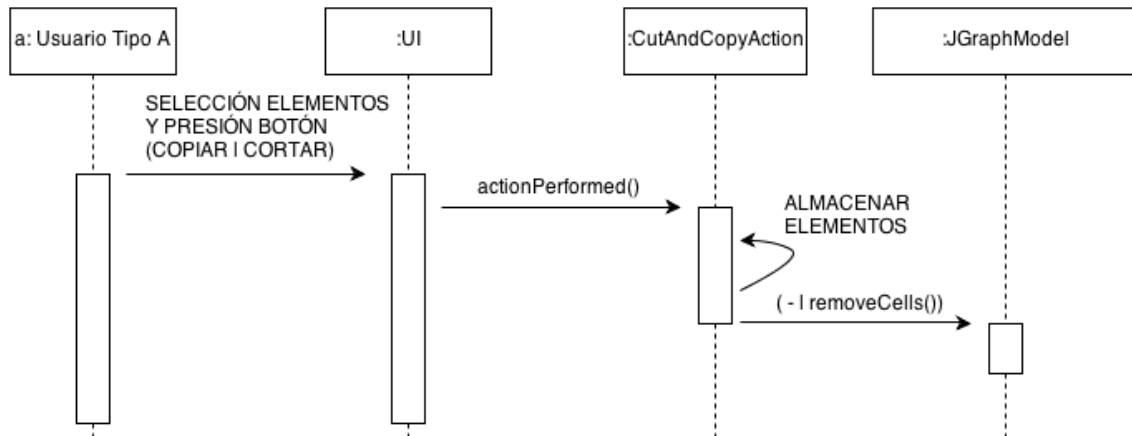
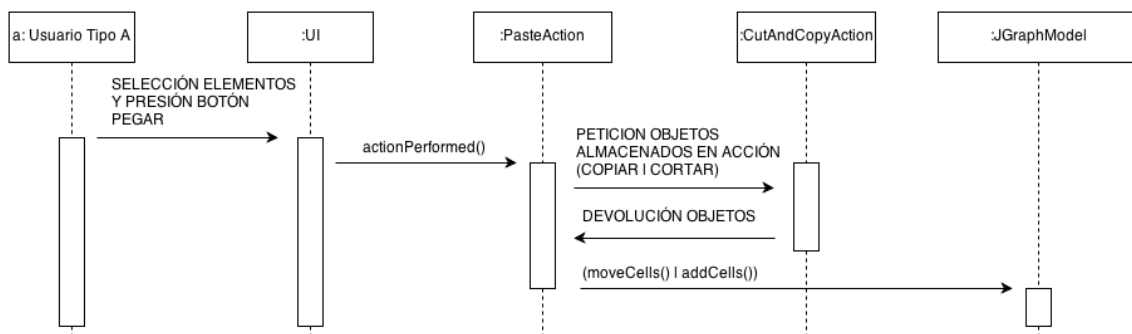


Ilustración 15: CU_10: Eliminar elemento por voz



Separación con | significa que lo primero se realiza si es COPIAR y lo segundo si es CORTAR



Separación con | significa que lo primero se realiza si es COPIAR y lo segundo si es CORTAR

Ilustración 16: CU_11: Cortar, Copiar o Pegar un elemento

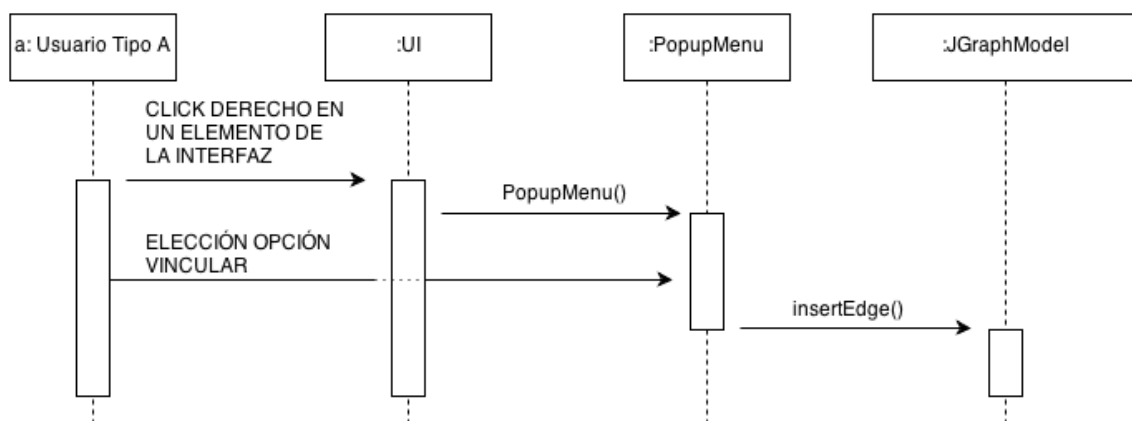
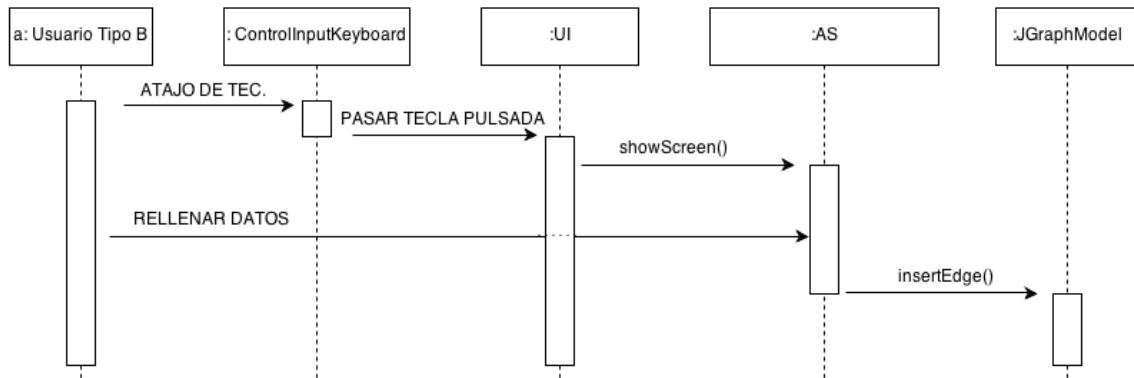
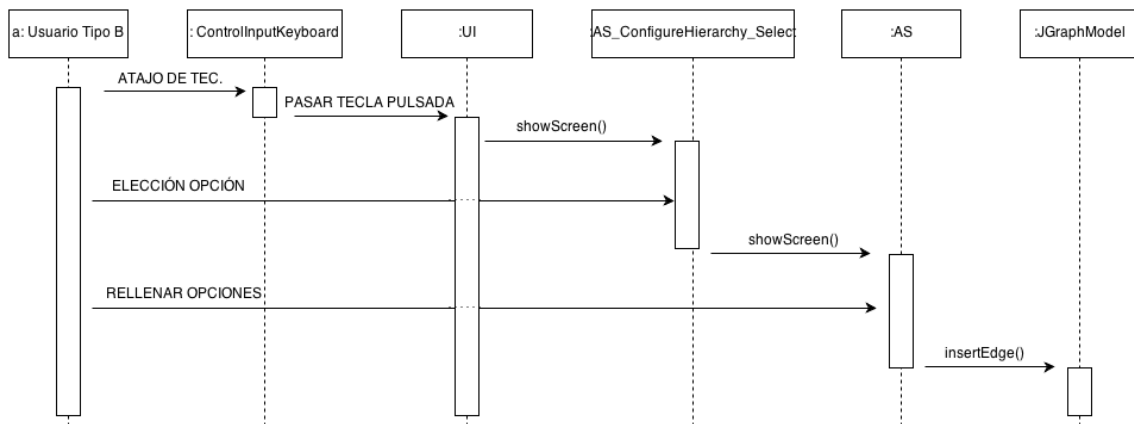


Ilustración 17: CU_12: Relacionar elementos con menú emergente



:AS puede ser AS_ConnectAttribute o AS_AssociateInterrelation, si se quiere vincular un atributo o una interrelación



:AS puede ser AS_ConfigureHierarchy_Superclass o AS_ConfigureHierarchy_Subclass, si se quiere vincular una superclase o subclase de la jerarquía

Ilustración 18: CU_13: Relacionar elementos con pantalla accesible

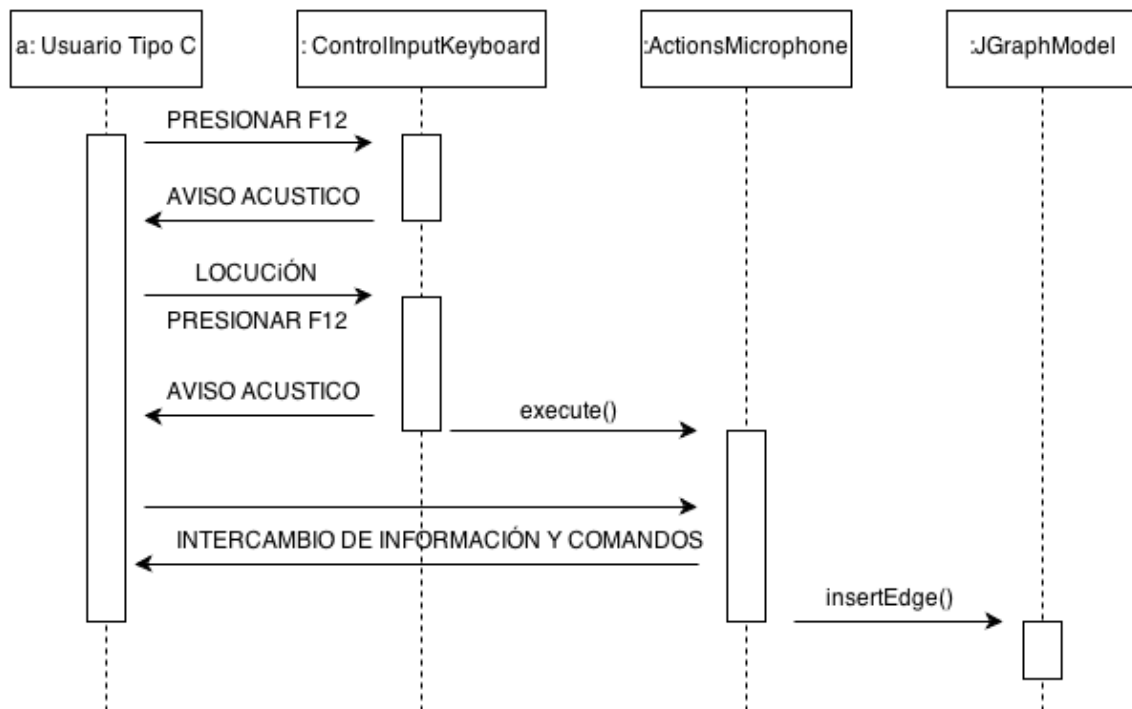


Ilustración 19: CU_14: Relacionar elementos por voz

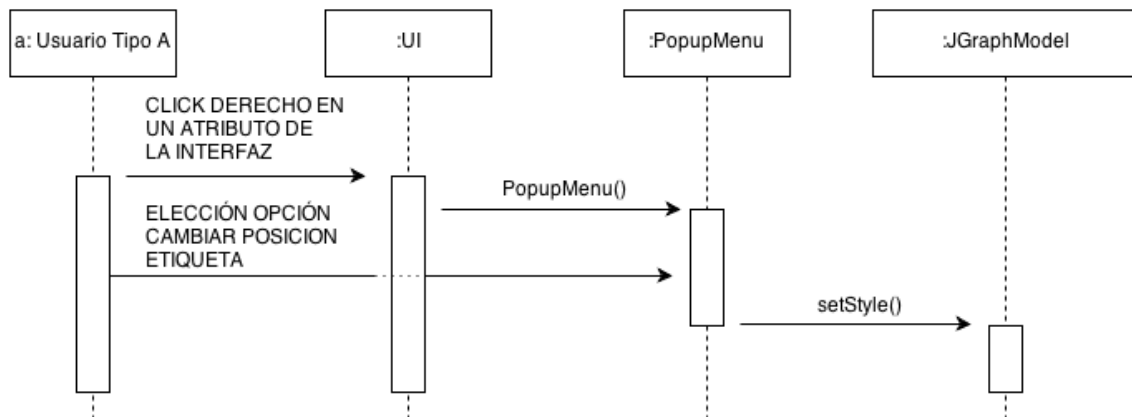


Ilustración 20: CU_15: Cambiar posición etiqueta atributo

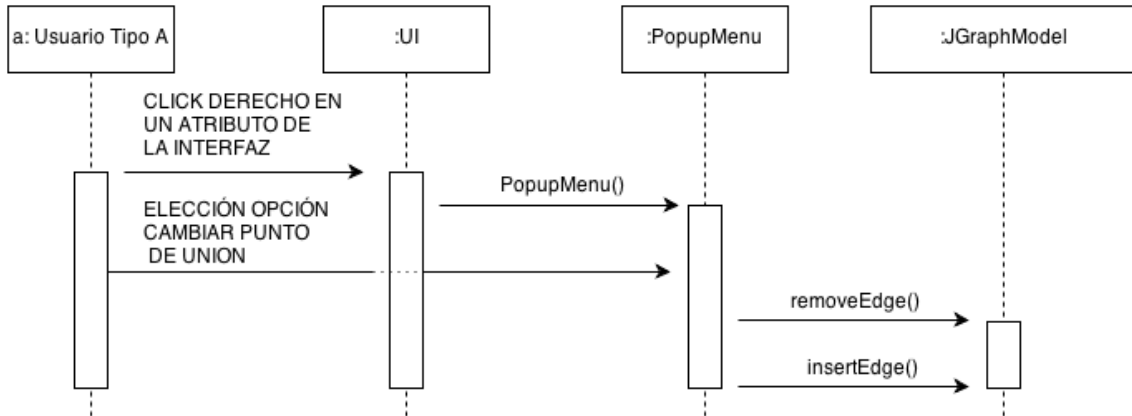


Ilustración 21: CU_16: Modificar punto unión arista

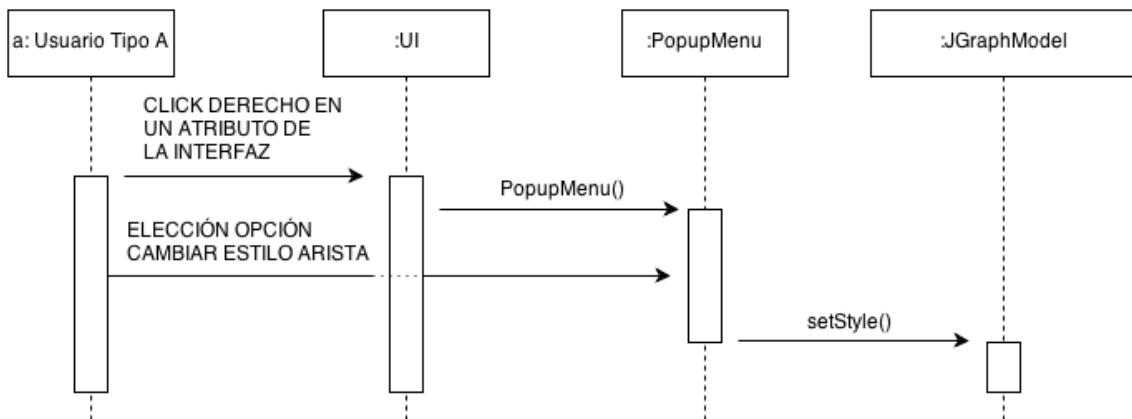
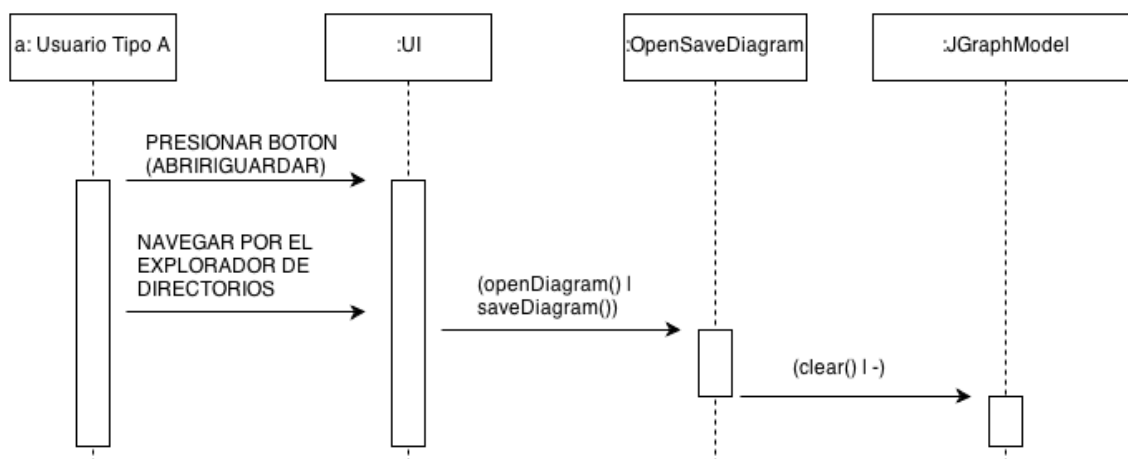
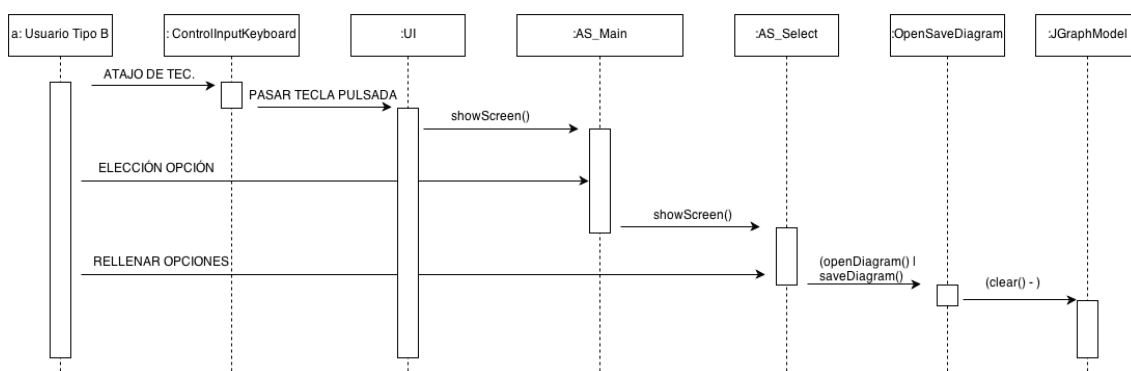


Ilustración 22: CU_17: Modificar estilo arista



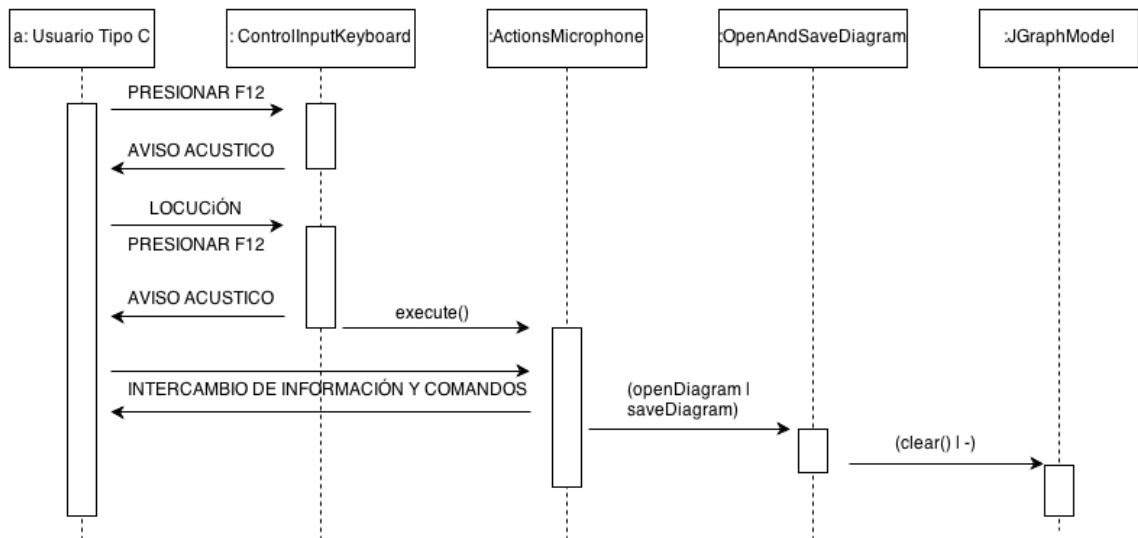
Separación con | significa que lo primero se realiza si es ABRIR y lo segundo si es GUARDAR

Ilustración 23: CU_18: Abrir/Guardar diagrama



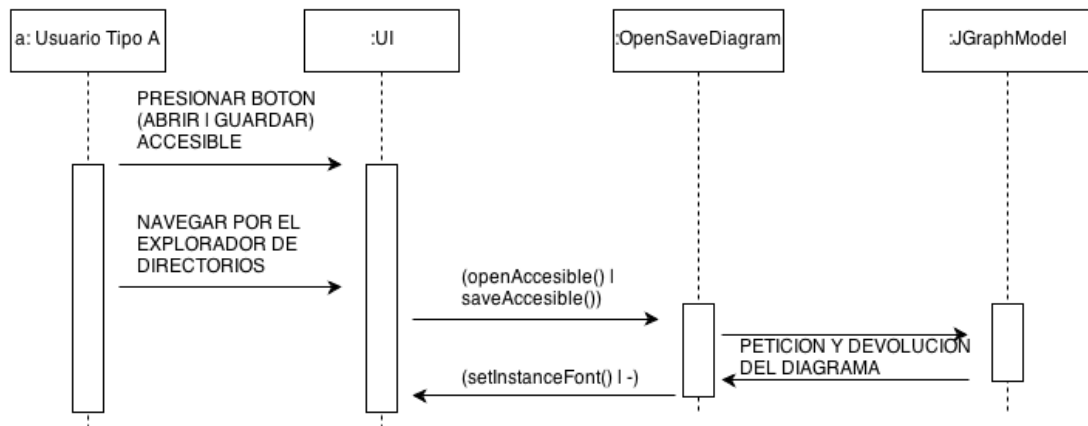
La | significa que lo primero se realiza para ABRIR y lo segundo para GUARDAR

Ilustración 24: CU_19: Abrir/Guardar diagrama pantalla accesible



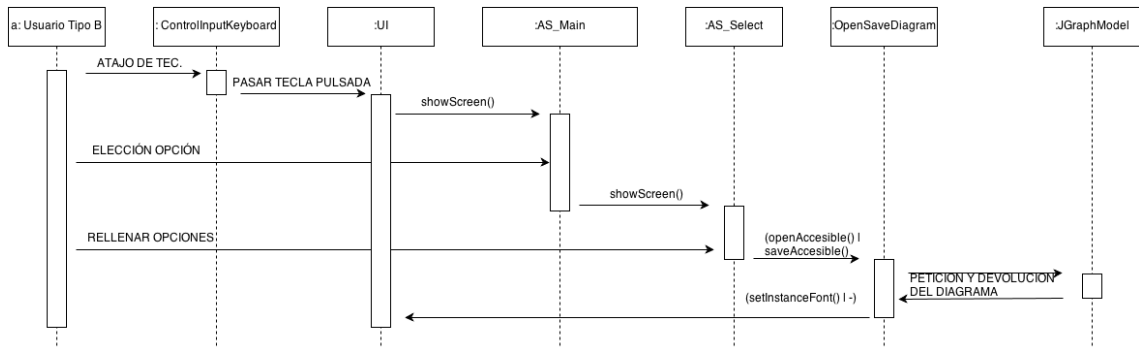
La | significa que lo primero se hace para ABRIR y lo segundo para GUARDAR

Ilustración 25: CU_20: Abrir/Guardar diagrama por voz



La | significa que lo primero se hace para ABRIR y lo segundo para GUARDAR)

Ilustración 26: CU_21: Abrir/Guardar opciones accesibles



La | significa que lo primero se realiza para ABRIR y lo segundo para GUARDAR

Ilustración 27: CU_22: Abrir/Guardar opciones accesibles con pantalla accesible

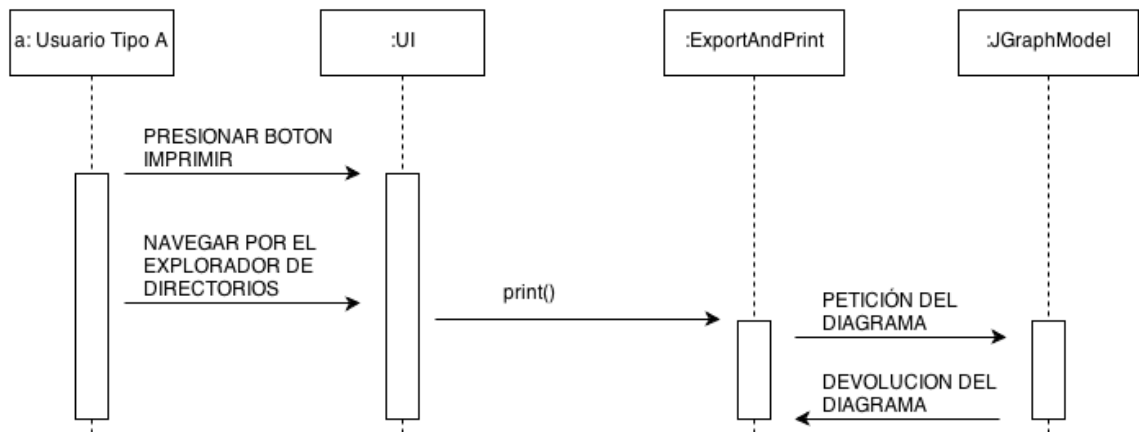


Ilustración 28: CU_23: Imprimir diagrama

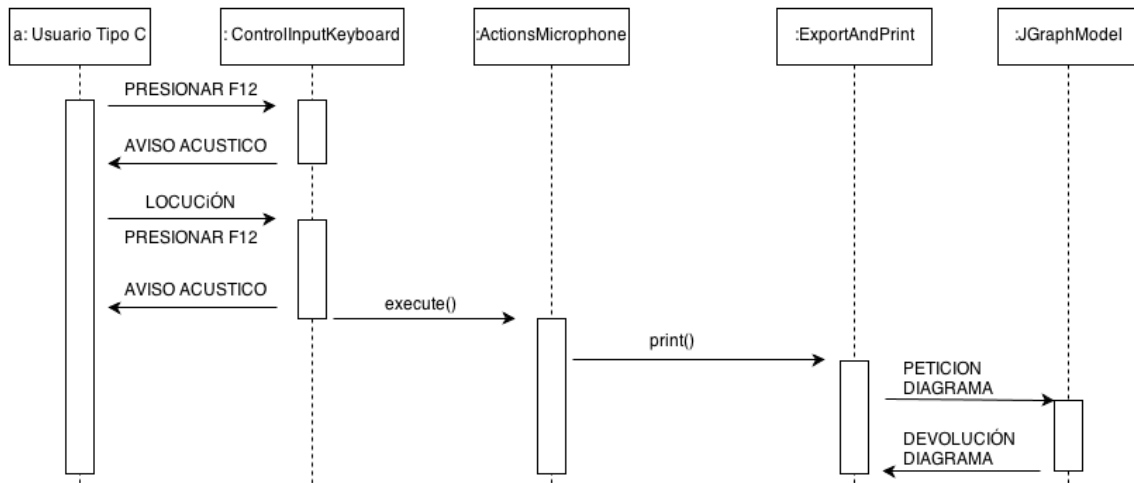
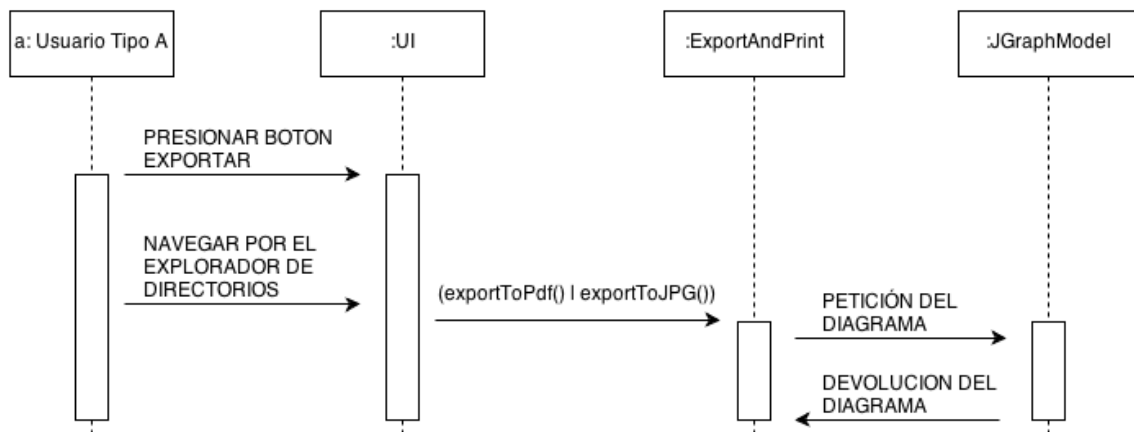
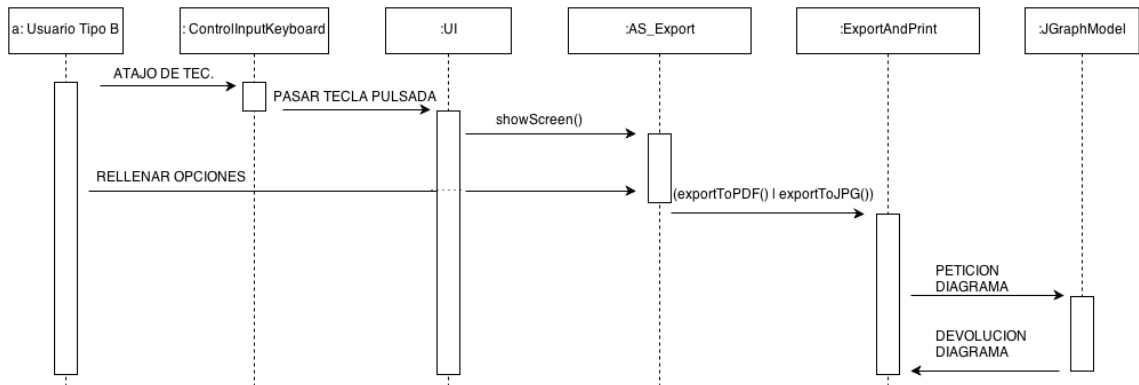


Ilustración 29: CU_24: Imprimir diagrama por voz



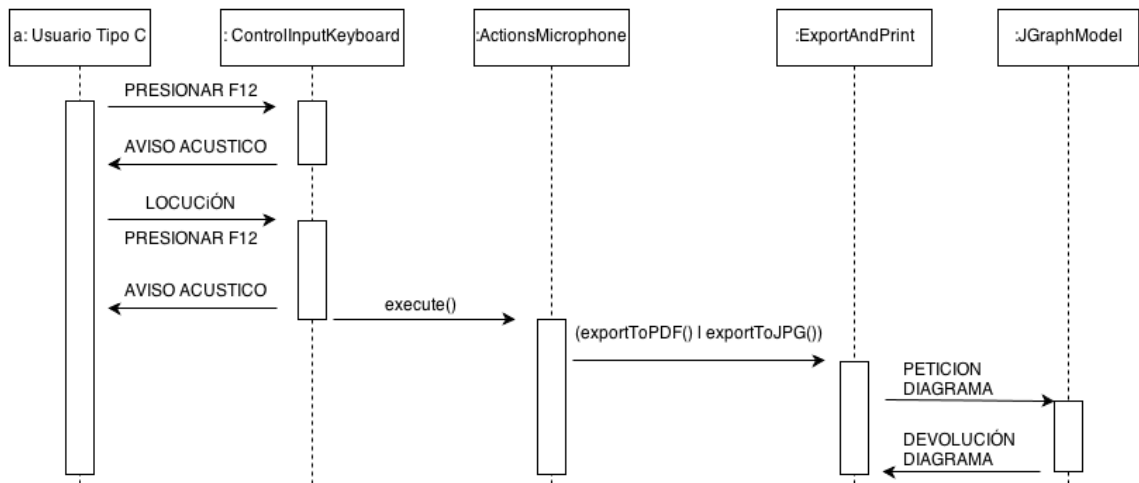
Separación con | significa que lo primero se realiza si es exportar a PDF y lo segundo si para JPG

Ilustración 30: CU_25: Exportar diagrama



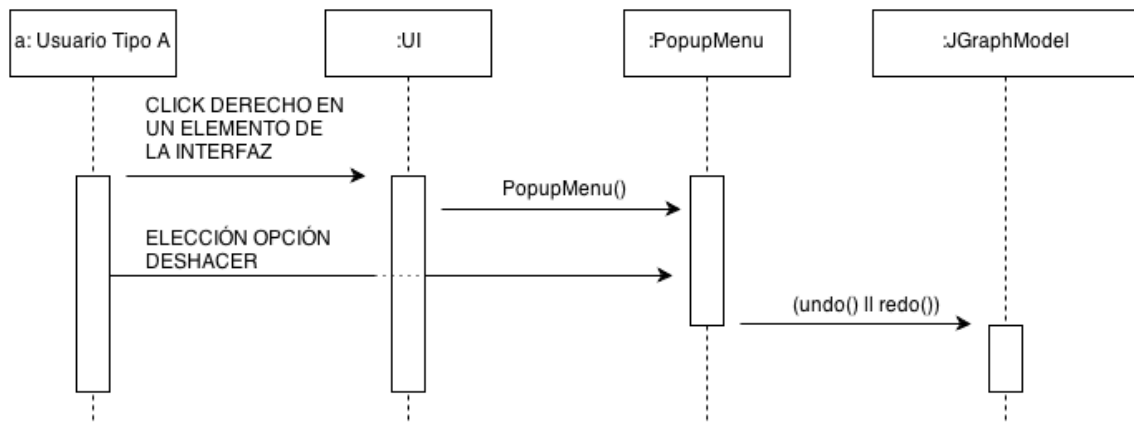
La l significa que se realizará lo primero para exportar a PDF y lo segundo a JPG

Ilustración 31: CU_26: Exportar diagrama por pantalla accesible



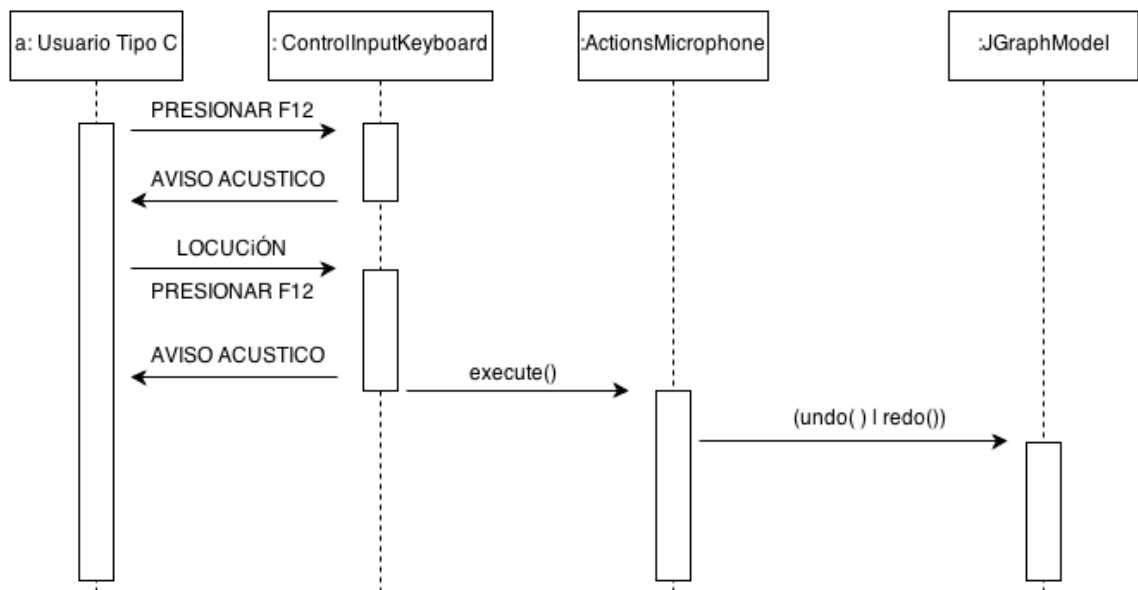
La l significa que se realizará lo primero para exportar a PDF y lo segundo a JPG

Ilustración 32: CU_27: Exportar diagrama por voz



La I significa que lo primero se hace para deshacer y lo segundo para rehacer

Ilustración 33: CU_28: Deshacer/Rehacer diagrama



La I significa que lo primero se realiza para deshacer y lo segundo para rehacer

Ilustración 34: CU_29: Rehacer/Deshacer diagrama por voz

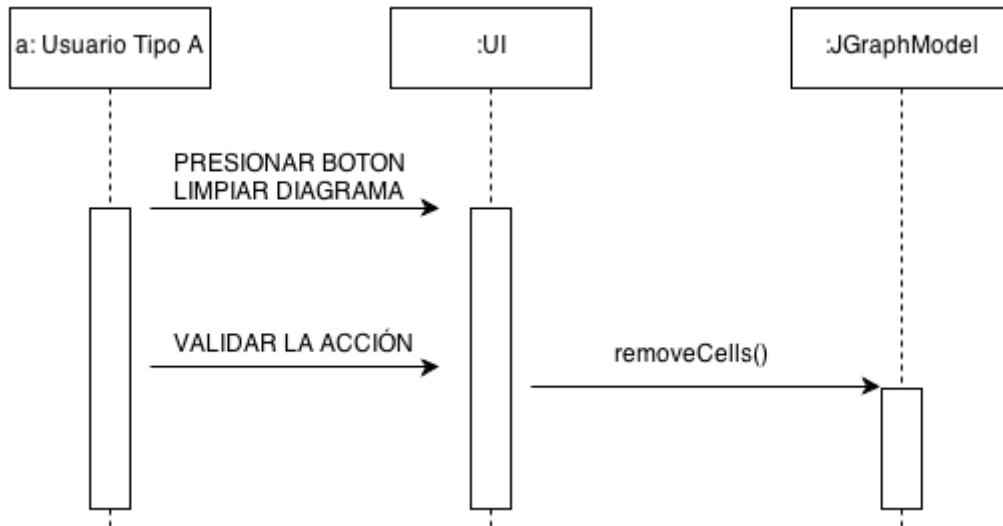


Ilustración 35: CU_30: Eliminar diagrama

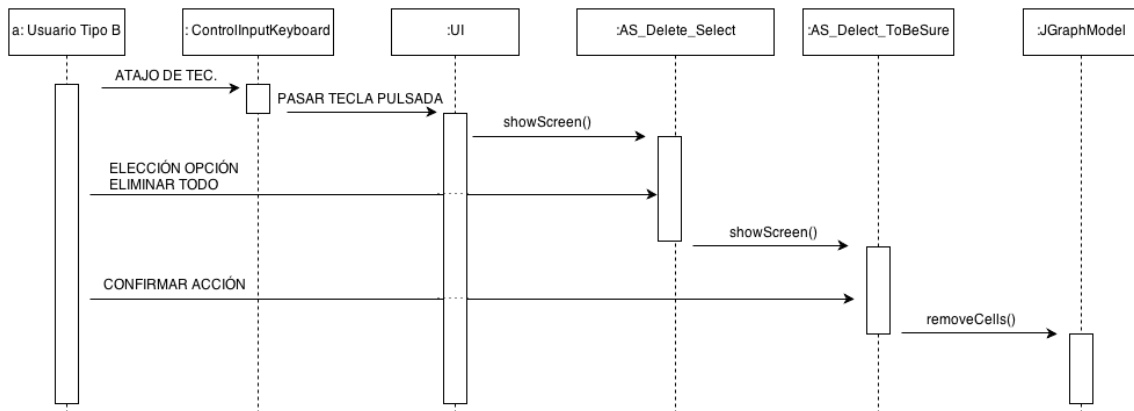


Ilustración 36: CU_31: Eliminar diagrama con pantalla accesible

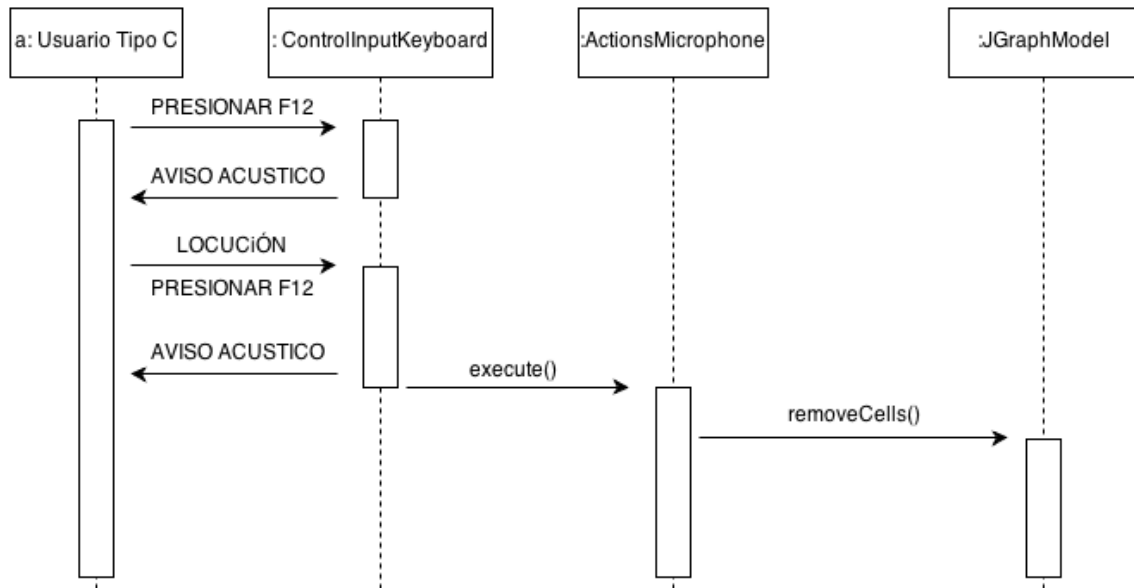


Ilustración 37: CU_32: Rehacer/Deshacer diagrama por voz

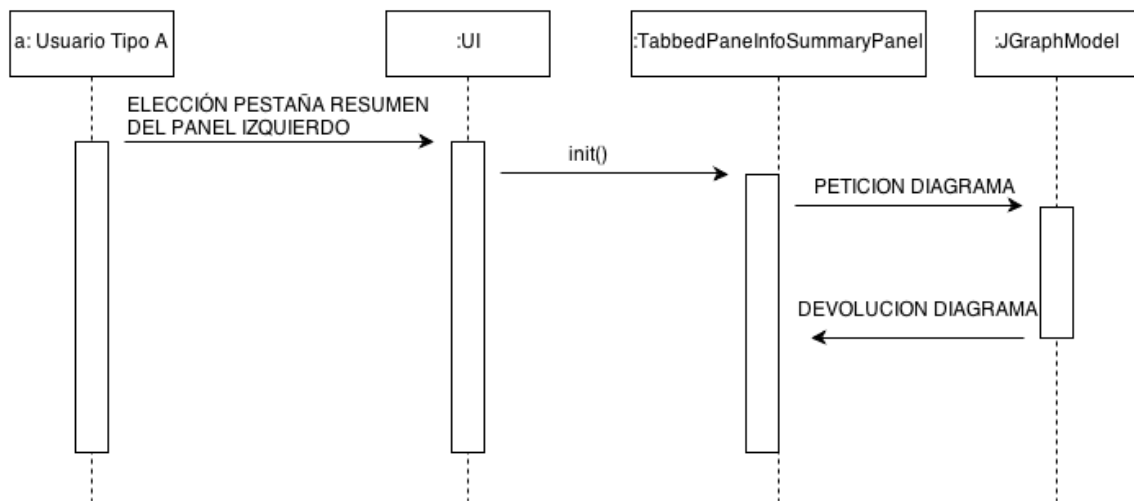


Ilustración 38: CU_33: Resumen del diagrama

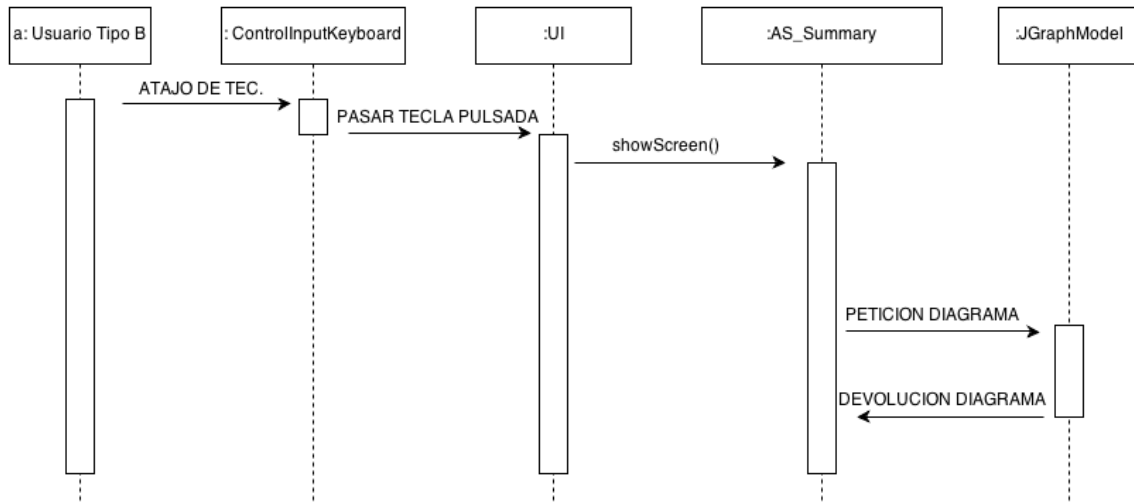


Ilustración 39: CU_34: Resumen del diagrama con pantalla accesible

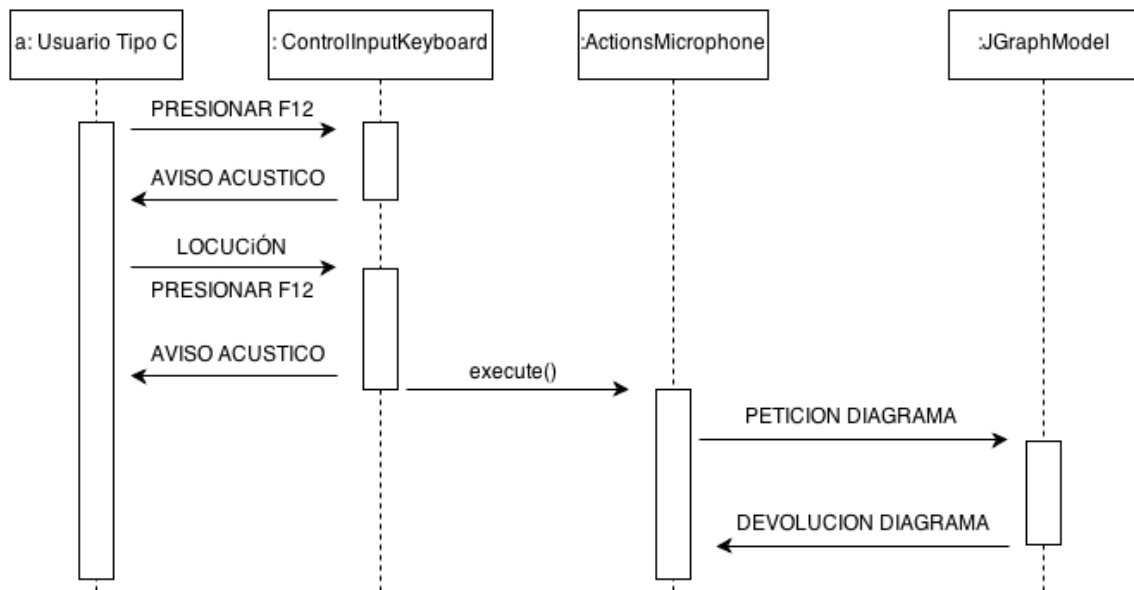


Ilustración 40: CU_35: Resumen del diagrama por voz

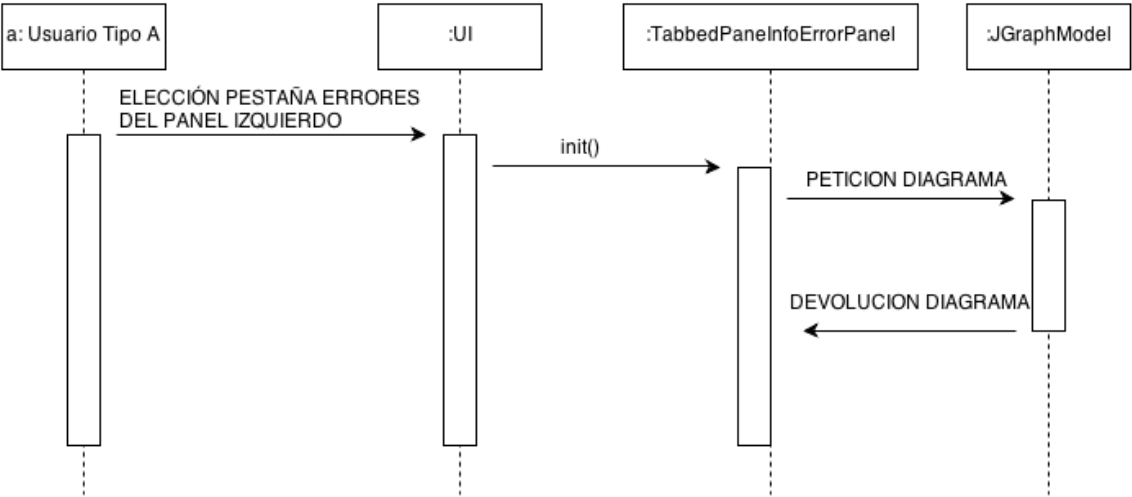


Ilustración 41: CU_36: Errores del diagrama

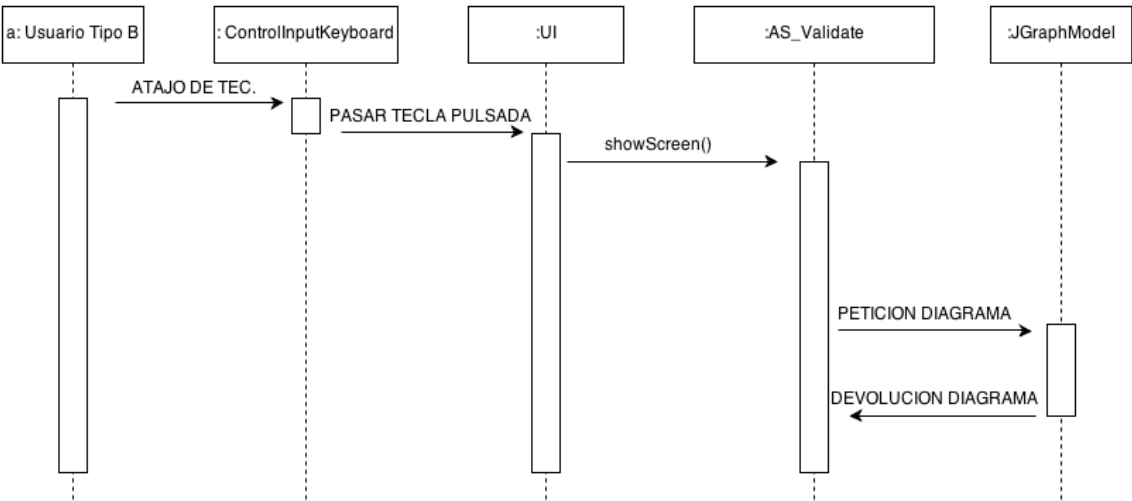


Ilustración 42: CU_37: Errores del diagrama con pantalla accesible

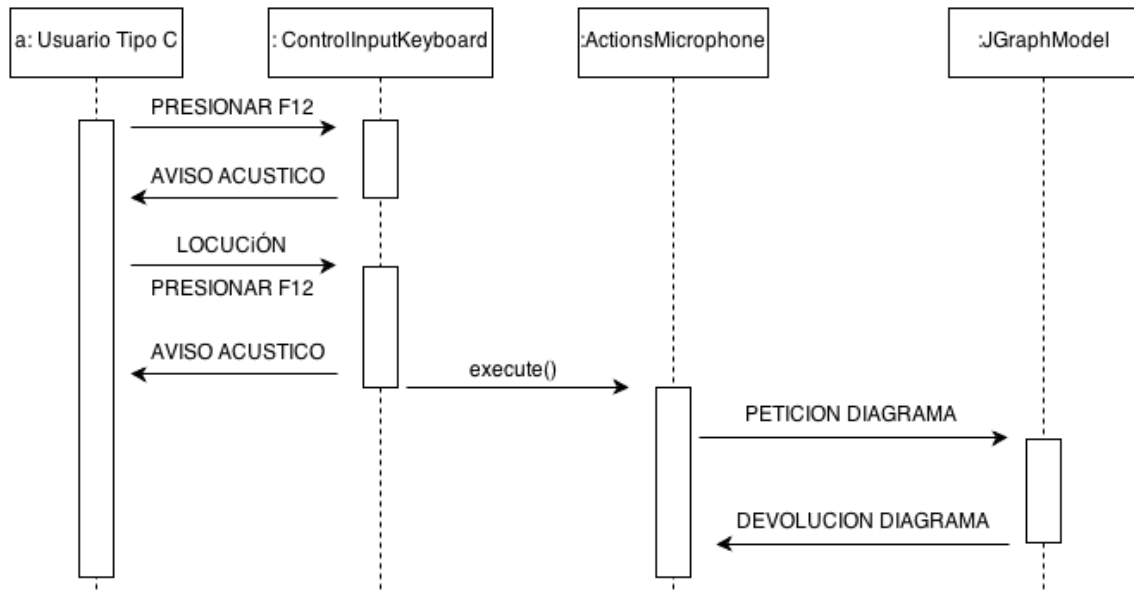


Ilustración 43: CU_38: Errores del diagrama por voz

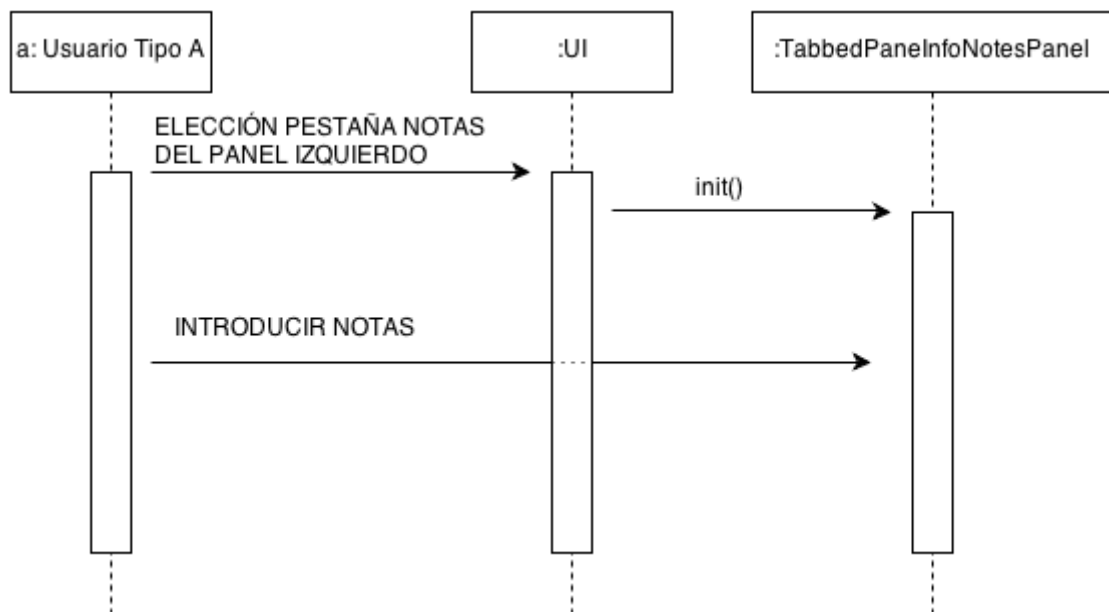
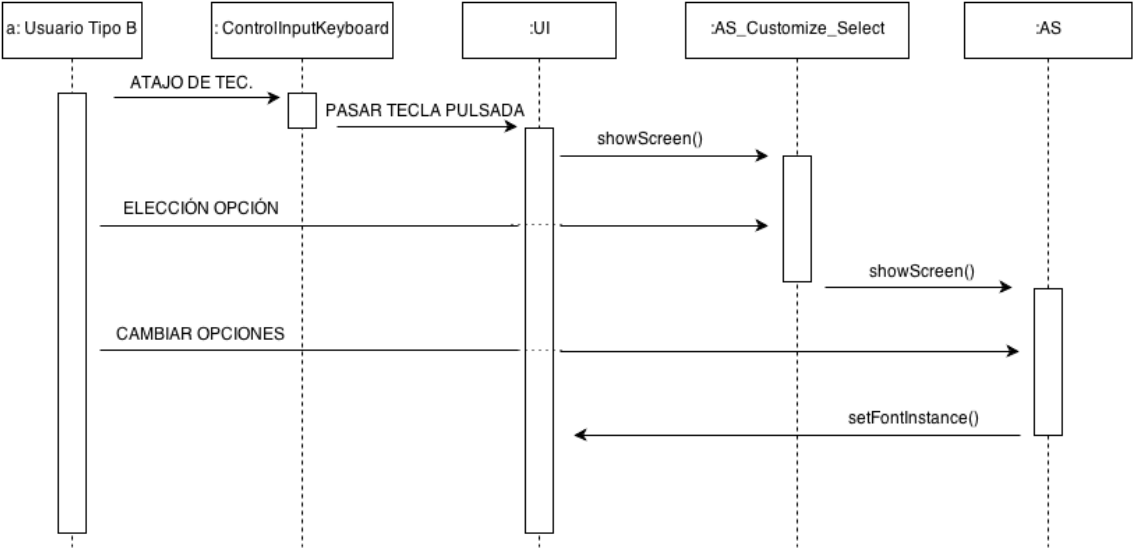


Ilustración 44: CU_39: Realizar anotaciones



:AS puede ser AS_Customize_Button, AS_Customize_Text o AS_Customize_Others dependiendo de lo que quiera cambiar el usuario

Ilustración 45: CU_40: Modificar opciones accesibles

3.3. Análisis de Clases

3.3.1. Identificación de Responsabilidades y Atributos

Dada la extrema complejidad del diagrama de clases resultante del desarrollo, ha sido necesario resumir la misma para su explicación en este apartado. Por ello, se ha intentado resumir por grupos de funcionalidad las distintas clases existentes, así como sus relaciones.

En primer lugar, se mostrará en la Ilustración 46 el diagrama de relaciones (grupo 1) de las clases asociadas al funcionamiento general, así como la interfaz general y el motor de síntesis y reconocimiento de voz. En segundo lugar, se estudiará el complejo sistema de pantallas accesibles (grupo 2) mostrado en la Ilustración 48.

Hay que resaltar que ambos grupos están completamente cohesionados en el sistema, cuya extrema complejidad se ve reflejado en el Anexo de esta memoria.

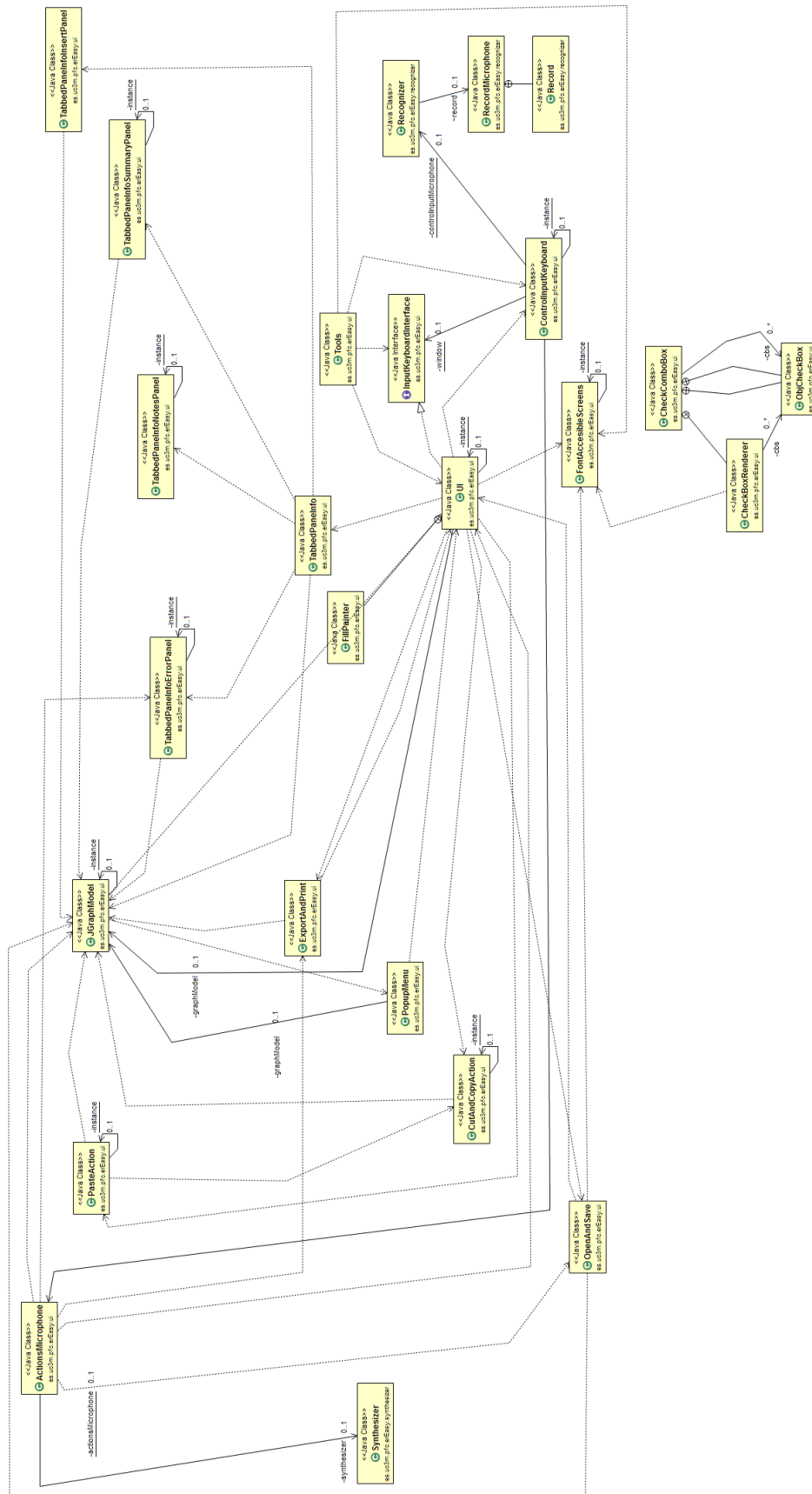


Ilustración 46: Diagrama de relaciones de las clases del grupo 1

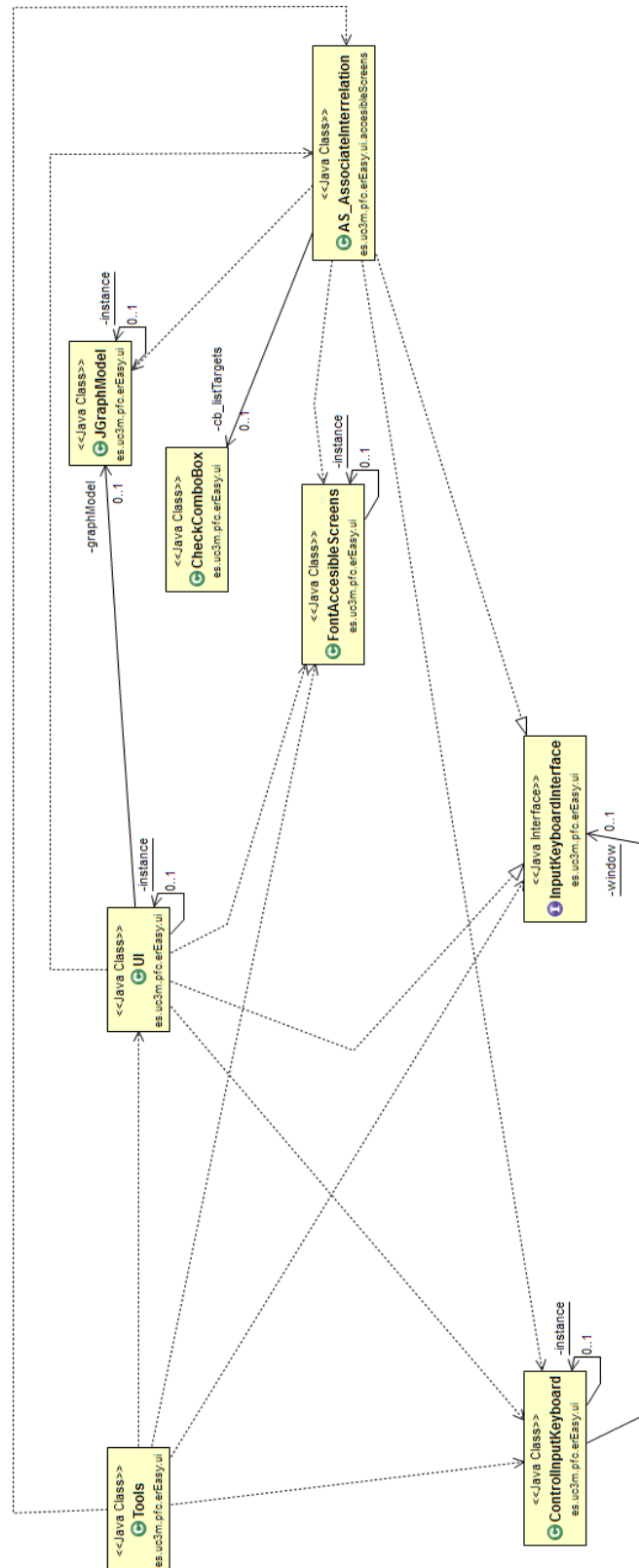


Ilustración 47: Diagrama de relaciones de una pantalla accesible con el resto del sistema

En la Ilustración 47, se muestra un ejemplo de la relación de una clase asociada a una pantalla accesible, en este caso la clase `AS_AssociateInterrelation`, donde se puede observar la comunicación directa con el resto del sistema.

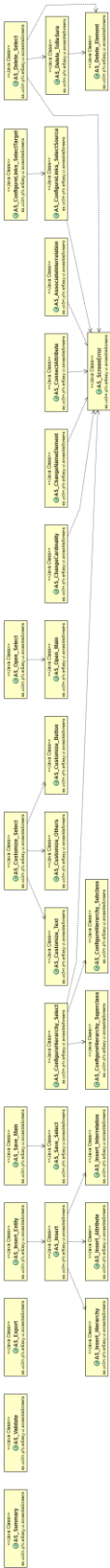


Ilustración 48: Diagrama de relaciones de las clases del grupo 2

En la Ilustración 48, se observa únicamente la relación entre todas las clases asociadas a las pantallas accesibles del sistema.

Como se ha comentado anteriormente, dada la gran complejidad del sistema, se procederá a mostrar en profundidad únicamente las clases principales del desarrollo en las Ilustraciones 49, 50, 51 y 52.

Para evitar una densa explicación escrita de cada método utilizado, se ha hecho hincapié, en la fase de desarrollo, en utilizar nombre de métodos y funcionalidades intuitivas, para saber, simplemente con el nombre, cual es el uso básico de dichos métodos.



Ilustración 49: Diagrama de la clase UI



Ilustración 50: Diagrama de la clase JGraphModel

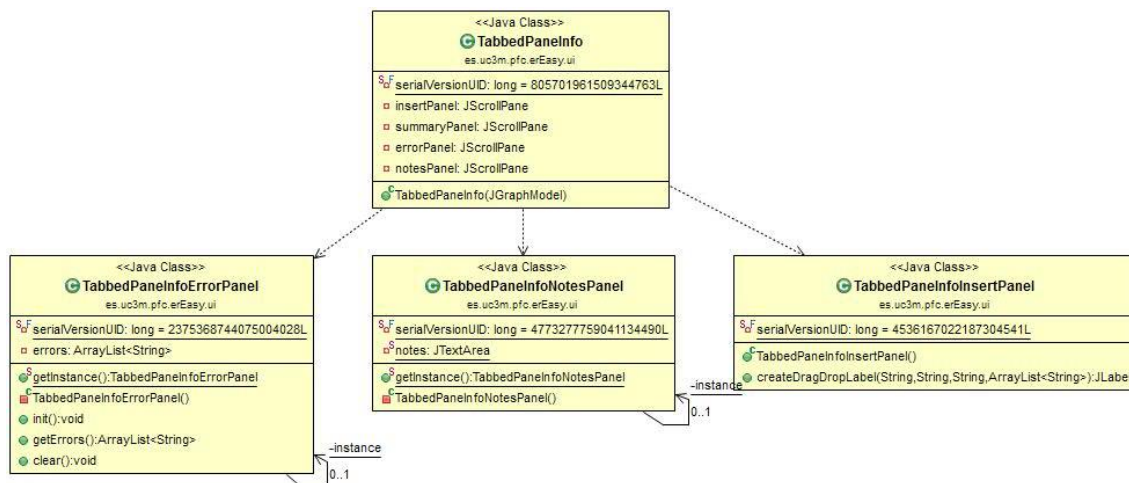


Ilustración 51: Diagrama de las clases asociadas al funcionamiento de las pestañas del panel izquierdo

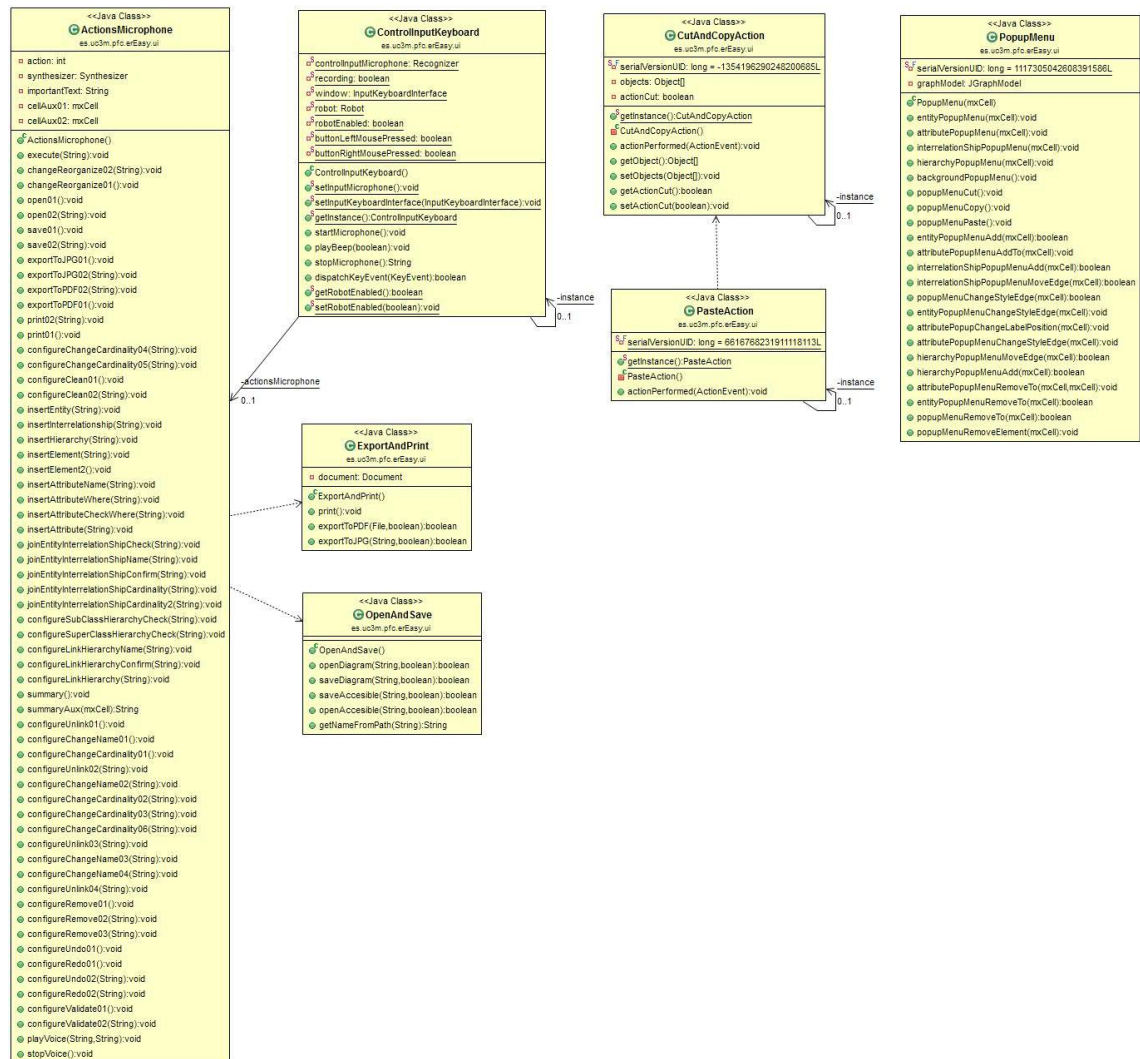


Ilustración 52: Diagrama de las clases asociadas al resto de clases importantes

3.4. Definición de Interfaces de Usuario

La pantalla que el usuario verá al abrir la aplicación se muestra en la Ilustración 53:

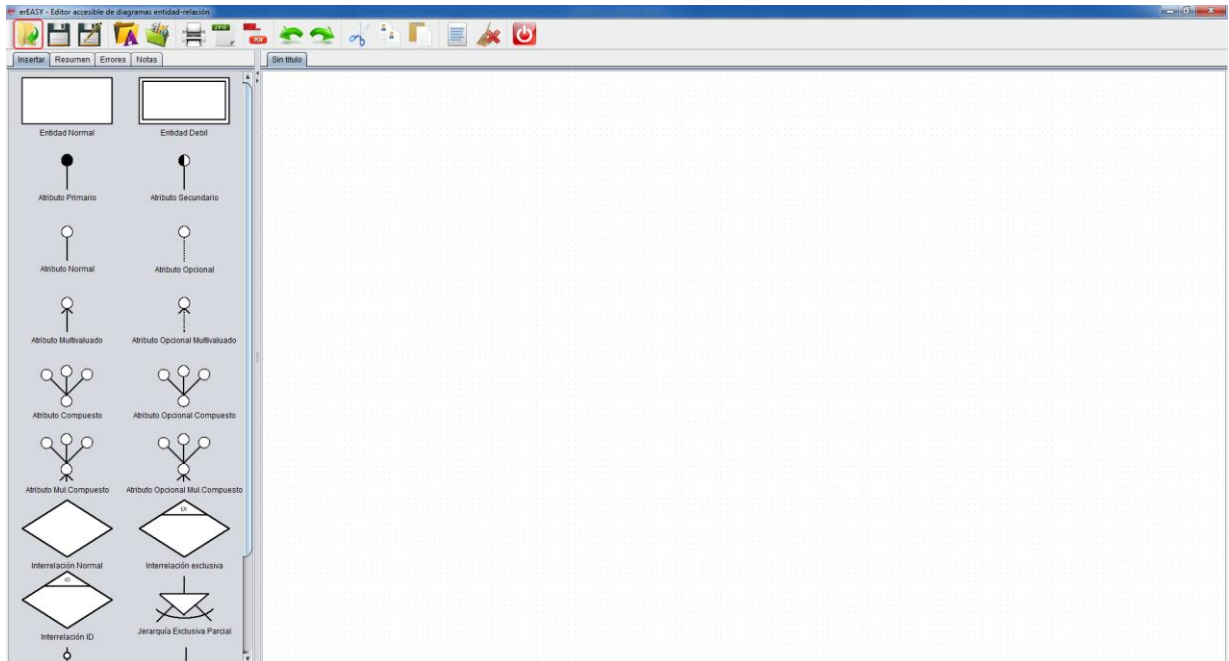


Ilustración 53: Pantalla Inicio

Se ha seguido un diseño estandarizado de aplicaciones de tipo editor gráfico. Se puede observar la distribución en 3 partes:

- **Norte:** Barra de herramientas con los distintos botones para cada acción.
- **Oeste:** Panel izquierdo con los elementos para insertar por arrastre.
- **Este:** Panel derecho con el tapiz para el diagrama.

Además, se han incluido pantallas de error o de validación, para confirmar acciones críticas (ver Ilustración 54).

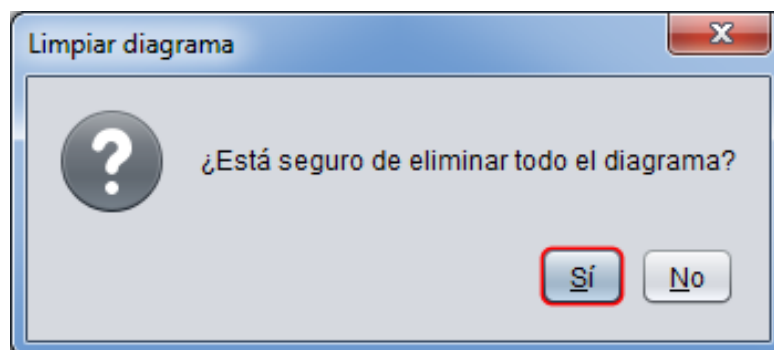


Ilustración 54: Pantalla de información

Por otra lado, se encuentran las pantallas accesibles (ver Ilustración 55) que están orientadas al uso de usuarios con discapacidad visual.

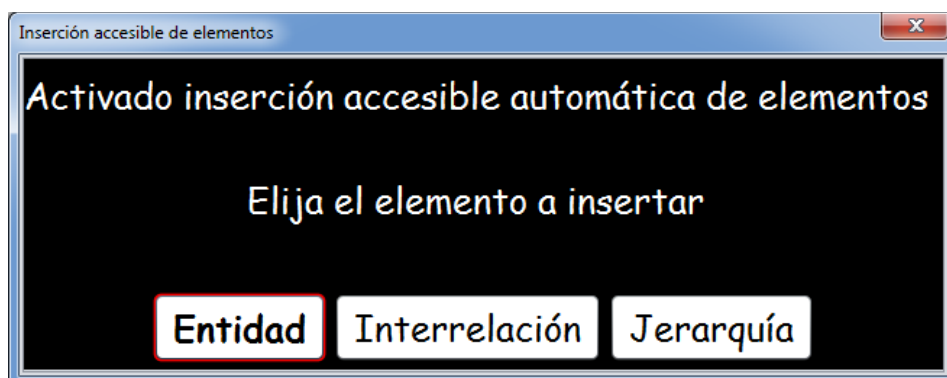


Ilustración 55: Pantalla accesible

Para mayor conocimiento de las pantallas e interfaces existentes véase el Capítulo 5 de Manual de Usuario, puesto que para evitar información redundante y demasiada densidad de la memoria, toda la información compleja y profunda sobre la aplicación y sus interfaces ha sido incluida en el Manual de Usuario.

Capítulo 4: Pruebas

4.1. Especificación Técnica del Plan de Pruebas

4.1.1. Especificación del Entorno de Pruebas

En este apartado se especifica el entorno de pruebas adecuado para que estas sean realizadas correctamente.

Para que la realización de las pruebas, y por tanto, la conclusión que se obtenga de ellas sea lo más real posible, se van a utilizar un contexto de ejecución similar al esperado real.

- Sistema Operativo Windows 7 Professional:
 - Sistema operativo más extendido.
 - Propiedad de Microsoft.
 - Existe una versión más nueva (Windows 8), pero el sistema operativo Windows 7 es todavía el más extendido.
- JRE 7:
 - Soporte para la ejecución de material en lenguaje Java (Máquina virtual)

Por otra parte, y siguiendo el mismo objetivo explicado con anterioridad, se ha utilizado un contexto de ejecución del cliente lo más real posible, apoyándose en una configuración de un equipo estándar, disponible normalmente en cualquier vivienda.

- Ordenador portátil Lenovo Essential B570:
 - Procesador Intel Core i5-2450M.
 - Memoria RAM: 4 GB.
 - Disco duro: 500 GB.

Además de todo lo anterior, es indispensable el uso de una conexión a internet, que contará con los siguientes elementos:

- Router:
 - Protocolos:
 - ATM Forum UNI3.1/4.0
 - PPP over ATM (RFC 2364)
 - PPP over Ethernet (RFC2516)
 - IPoA (RFC1577/2225)
 - PVC - Up to 8 PVCs
 - Router estándar

- Interfaz:
 - 4 10/100Mbps RJ45 Ports
 - 1 RJ11 Port
 - 1 USB 2.0 Port
- Seguridad: 64/128 bit WEP, WPA-PSK/WPA2-PSK, Wireless MAC Filtering

4.2. Especificación Técnica de Niveles de Prueba

4.2.1. Pruebas de Aceptación

A continuación se presentan tablas con las pruebas realizadas

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_01
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Ocultar el panel izquierdo o agrandar panel derecho
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	1. Se abre la aplicación. 2. Se presiona la flecha orientada hacia la izquierda.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el panel izquierdo es minimizado (y por lo tanto queda oculto) y el panel derecho ocupa también el espacio que antes ocupaba el panel izquierdo.

Tabla 1: PU_01 Ocultar panel izquierdo o agrandar panel derecho

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_02
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Mostrar panel izquierdo
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	1. Se abre la aplicación. 2. Se presiona la flecha orientada hacia la izquierda para ocultarlo. 3. Se presiona la flecha orientada hacia la derecha para mostrarlo.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el panel izquierdo es mostrado después de haber sido ocultado.

Tabla 2: PA_02 Mostrar panel izquierdo

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_03
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Ocultar el panel derecho o agrandar panel izquierdo
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se presiona la flecha orientada hacia la derecha.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el panel derecho es minimizado (y por lo tanto queda oculto) y el panel izquierdo ocupa también el espacio que antes ocupaba el panel derecho.

Tabla 3: PU_03 Ocultar panel derecho o agrandar panel izquierdo

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_04
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Mostrar panel derecho
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se presiona la flecha orientada hacia la derecha para ocultarlo. 3. Se presiona la flecha orientada hacia la izquierda para mostrarlo.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el panel derecho es mostrado después de haber sido ocultado.

Tabla 4: PA_04 Mostrar panel derecho

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_05
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Redimensionar paneles
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se presiona la columna divisora entre paneles. 3. Se arrastra esa columna hacia derecha o izquierda hasta alcanzar el ancho deseado.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el tamaño de los paneles es el deseado por el usuario.

Tabla 5: PA_05 Redimensionar paneles

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_06
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Desanclar la barra de herramientas
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Presionar encima de la barra de herramientas. 3. Arrastrar esta hasta el lugar deseado.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si la barra de herramientas se ha situado en el lugar deseado.

Tabla 6: PA_06 Desanclar la barra de herramientas

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_07
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Abrir un diagrama previamente guardado
Prueba	
Entrada:	Nombre del archivo .ERE que se quiere abrir
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Presionar el botón de abrir fichero en la barra de herramientas 3. Buscar el archivo que desea abrir. 4. Elegir el archivo. 5. Pulsar “Abrir”.
Salida:	Datos del archivo
Criterio de aceptación:	Si el archivo deseado es abierto con éxito y se puede ver correctamente.

Tabla 7: PA_07 Abrir un diagrama previamente guardado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_08
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Guardar un diagrama por primera vez
Prueba	
Entrada:	Nombre y ruta deseada para guardar
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diagrama deseado. 3. Pulsar el botón de “Guardar como”. 4. Elegir la ruta de guardado del archivo. 5. Introducir el nombre deseado. 6. Pulsar “Guardar”.
Salida:	Diagrama guardado .ERE
Criterio de aceptación:	Si el archivo diseñado es guardado con éxito con el nombre deseado y en la ruta indicada.

Tabla 8: PA_08 Guardar un diagrama por primera vez

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_09
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Guardar un diagrama previamente guardado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el guardado inicial previo o se abre un diagrama ya guardado. 3. Pulsar el botón de “Guardar”.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el archivo diseñado es guardado con éxito en la ruta antes especificada y con el nombre que tenía previamente.

Tabla 9: PA_09 Guardar un diagrama previamente guardado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_10
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Imprimir un diagrama creado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Pulsar el botón de “Imprimir”.
Salida:	Diagrama en papel.
Criterio de aceptación:	Si el archivo diseñado es impreso con éxito.

Tabla 10: PA_10 Imprimir un diagrama creado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_11
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Exportar a JPG un diagrama creado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Pulsar el botón de “Exportar JPG”.
Salida:	Diagrama en JPG.
Criterio de aceptación:	Si el archivo diseñado es exportado con éxito.

Tabla 11: PA_11 Exportar a JPG un diagrama creado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_12
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Exportar a PDF un diagrama creado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Pulsar el botón de “Exportar PDF”.
Salida:	Diagrama en PDF.
Criterio de aceptación:	Si el archivo diseñado es exportado con éxito.

Tabla 12: PA_12 Exportar a PDF un diagrama creado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_13
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Deshacer
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. En cualquier momento pulsar el botón “Deshacer”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si se vuelve al paso anterior cuando se pulsa el botón de “deshacer”

Tabla 13: PA_13 Deshacer

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_14
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Rehacer
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. En cualquier momento pulsar el botón “Rehacer”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si se vuelve al paso deshecho cuando se pulsa el botón de “Rehacer”

Tabla 14: PA_14 Rehacer

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_15
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Cortar
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Se selecciona el/los elemento/s a cortar 4. Se pulsa el botón “Cortar”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento seleccionado se ha cortado correctamente, está listo para ser pegado y por lo tanto ha desaparecido del diagrama.

Tabla 15: PA_15 Cortar

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_16
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Copiar
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Se selecciona el/los elemento/s a copiar 4. Se pulsa el botón “Copiar”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento seleccionado se ha copiado correctamente y está listo para ser pegado.

Tabla 16: PA_16 Copiar

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_17
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Pegar
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Se selecciona el/los elemento/s a copiar o cortar 4. Se pulsa el botón “Copiar” o “Cortar” 5. Se pulsa el botón “Pegar”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento seleccionado se ha copiado o cortado y pegado correctamente.

Tabla 17: PA_17 Pegar

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_18
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Selección total
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Se pulsa el botón “Selección total”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el diagrama queda seleccionado con todos sus elementos

Tabla 18: PA_18 Selección total

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_19
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Eliminar todo
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Se pulsa el botón “Eliminar todo” 4. Se confirma este paso
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el tapiz queda en blanco y el diagrama ha desaparecido

Tabla 19: PA_19 Eliminar todo

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_20
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Salir
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se realiza el diseño deseado. 3. Se pulsa el botón “Salir” 4. Se confirma este paso
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si se cierra la aplicación

Tabla 20: PA_20 Salir

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_21
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Abrir configuración accesible
Prueba	
Entrada:	Archivo a abrir con la configuración accesible .AFF
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se pulsa el botón “Abrir configuración accesible” 3. Se selecciona el archivo que contiene esta configuración 4. Se pulsa “Abrir”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si abre correctamente este archivo y se puede ver dicha configuración

Tabla 21: PA_21 Abrir configuración accesible

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_22
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Guardar configuración accesible
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se realiza una configuración accesible. 3. Se pulsa el botón “Guardar configuración accesible” 4. Se selecciona la ruta de guardado. 5. Se introduce el nombre para guardar dicha configuración. 6. Se pulsa “Guardar”
Salida:	Archivo con la configuración guardada .AFF
Criterio de aceptación:	Si guarda correctamente este archivo.

Tabla 22: PA_22 Guardar configuración accesible

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_23
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Ver resumen del diagrama
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se realizan las inserciones de elementos deseadas en el papel tapiz. 3. Se pulsa en la pestaña “Resumen”
Salida:	Resumen
Criterio de aceptación:	Si se ve el resumen del diagrama y este corresponde con el mismo.

Tabla 23: PA_23 Ver resumen del diagrama

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_24
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Ver errores del diagrama
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se realizan las inserciones de elementos deseadas en el papel tapiz. 3. Se pulsa en la pestaña “Errores”
Salida:	Errores
Criterio de aceptación:	Si se ve el listado de errores del diagrama. Primero aparecen los errores seguidos de las advertencias.

Tabla 24: PA_24 Ver errores del diagrama

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_25
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Insertar notas
Prueba	
Entrada:	Notas deseadas
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se pulsa en la pestaña “Notas” 3. Se sitúa el cursor en el espacio destinados a las mismas. 4. Se insertan los apuntes deseados
Salida:	Notas insertadas
Criterio de aceptación:	Si se ve en el panel destinado a las notas la información insertada.

Tabla 25: PA_25 Insertar notas

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_26
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Ver notas
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se realizan las inserciones de elementos deseadas en el papel tapiz. 3. Se insertan las notas deseadas 4. Se pulsa en la pestaña “Notas”
Salida:	Notas
Criterio de aceptación:	Si se ve en el panel destinado a las notas la información insertada.

Tabla 26: PA_26 Ver notas

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_27
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Insertar elemento en el papel tapiz (entidad, jerarquía, atributo o interrelación) en modo normal
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se pulsa encima del elemento deseado situado en el panel izquierdo 3. Se arrastra dicho elemento hasta el papel tapiz y se suelta
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento elegido y arrastrado aparece en el papel tapiz.

Tabla 27: PA_27 Insertar elemento en el papel tapiz (entidad, jerarquía, atributo o interrelación) en modo normal

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_28
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Vincular un elemento insertado con otro
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se pulsa el botón derecho encima del elemento que se desea vincular con otro 4. Se elige la opción “Vincular con” 5. Se escoge el tipo de elemento de los ofrecidos con el que se quiere vincular 6. Se elige el nombre del elemento
Salida:	Elemento vinculado con el deseado
Criterio de aceptación:	Si los elementos elegidos han quedado vinculados.

Tabla 28: PA_28 Vincular un elemento insertado con otro

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_29
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Desvincular un elemento de otro
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se vinculan los elementos deseados. 4. Se pulsa el botón derecho encima del elemento que se desea desvincular de otro 5. Se elige la opción “Desvincular de” 6. Se elige el elemento a desvincular
Salida:	Elemento desvinculado
Criterio de aceptación:	Si los elementos elegidos han quedado desvinculados.

Tabla 29: PA_29 Desvincular un elemento insertado de otro

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_30
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Cambiar el estilo de la arista
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se vinculan los elementos deseados. 4. Se pulsa el botón derecho encima del elemento en el que se desea que se cambie el estilo de la arista 5. Se elige la opción “Cambiar estilo arista hacia” 6. Se escoge el tipo de elemento 7. Se elige el elemento a desvincular 8. Pulsar en “Flexible” o “Rígida” en función de lo ofrecido
Salida:	Estilo de arista cambiado
Criterio de aceptación:	Si la arista escogida ha cambiado de rígida a flexible o de flexible a rígida.

Tabla 30: PA_30 Vincular un elemento insertado con otro

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_31
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Mover arista
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se vinculan los elementos deseados. 4. Se pulsa el botón derecho encima de una interrelación. 5. Se elige la opción “Mover arista de” 6. Se escoge el tipo de elemento 7. Se elige el elemento a desvincular 8. Pulsar en “Norte”, “Sur”. “Oeste” o “Este” en función de lo ofrecido y el punto al que se desee hacer el cambio.
Salida:	Arista movida
Criterio de aceptación:	Si la arista escogida ha cambiado de situación en la unión.

Tabla 31: PA_31 Mover arista

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_32
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Cambiar posición de las etiquetas
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se vinculan los elementos deseados. 4. Se pulsa el botón derecho encima de un atributo. 5. Se elige la opción “Posicionar etiqueta” 6. Se escoge entre las opciones elegidas
Salida:	Etiqueta cambiada de posición
Criterio de aceptación:	Si la etiqueta del atributo aparece en el lugar seleccionado.

Tabla 32: PA_32 Cambiar posición de las etiquetas

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_33
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Hacer zoom al diagrama
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se realiza zoom con la rueda del ratón o con las teclas + o – del teclado
Salida:	Diagrama con zoom
Criterio de aceptación:	Si el diagrama a quedado aumentado o con menos zoom en función de lo requerido.

Tabla 33: PA_33 Hacer zoom al diagrama

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_34
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Cambiar cardinalidad
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación.. 2. Se insertan los elementos deseados en el papel tapiz 3. Se vinculan unos con otros 4. Se hace doble click en la cardinalidad a cambiar 5. Se inserta la cardinalidad deseada
Salida:	Cardinalidad cambiada
Criterio de aceptación:	Si la cardinalidad ha sido cambiada a la que el usuario a insertado

Tabla 34: PA_34 Cambiar cardinalidad

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_35
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Mover el foco del teclado por el menú
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa la tecla TAB del teclado para ir desplazando el foco por el menú
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el foco del teclado se va desplazando por las diferentes opciones del menú.

Tabla 35: PA_35 Mover el foco del teclado por el menú

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_36
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Navegar por el resumen mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa la tecla TAB del teclado para ir desplazando el foco por el menú hasta llegar a la pestaña de “Resumen” 3. Se pulsa de nuevo la tecla TAB para entrar en el panel del resumen 4. A través de las teclas “Flecha arriba” y “Flecha abajo” se desplaza por el árbol jerárquico.
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el desplazamiento por el resumen se hace de manera correcta.

Tabla 36: PA_36 Navegar por el resumen mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_37
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Mover el cursor mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsán las flechas del teclado numérico para mover el cursor 3. Se pulsa la tecla F1 como botón izquierdo del ratón 4. Se pulsa la tecla F2 como botón derecho del ratón
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el comportamiento del cursor es igual que con el ratón.

Tabla 37: PA_37 Mover el cursor mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_38
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Insertar elementos de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + ^ 3. Elegir mediante ratón, tabulador o teclas el elemento a insertar. 4. Insertar la información necesaria en el los campos ofrecidos. 5. Pulsar "Introducir"
Salida:	Elemento introducido
Criterio de aceptación:	Si el elemento seleccionado se ha introducido en el papel tapiz.

Tabla 38: PA_38 Insertar elementos de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_39
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Vincular elementos de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + 1 3. Introducir los datos de los elementos a conectar
Salida:	Elementos vinculados
Criterio de aceptación:	Si han vinculado correctamente los elementos indicados.

Tabla 39: PA_39 Vincular elementos de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_40
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Desvincular elementos de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + 4 3. Elegir el elemento a desvincular 4. Pulsar “Desvincular de...” 5. Elegir el elemento del que desvincular 6. Pulsar “Desvincular”
Salida:	Elementos desvinculados
Criterio de aceptación:	Si han desvinculado correctamente los elementos indicados.

Tabla 40: PA_40 Desvincular elementos de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_41
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Renombrar elementos de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + 5 3. Introducir el nuevo nombre 4. Elegir el elemento a desvincular 5. Pulsar “Renombrar”
Salida:	Elemento renombrado
Criterio de aceptación:	Si el elemento elegido tiene el nombre insertado

Tabla 41: PA_41 Renombrar elementos de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_42
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Modificar la cardinalidad de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + 6 3. Elegir el tipo de cardinalidad 4. Escoger la relación a la que cambiar la cardinalidad 5. Pulsar "Cambiar"
Salida:	Cardinalidad cambiada
Criterio de aceptación:	Si la relación tiene cambiada la cardinalidad.

Tabla 42: PA_42 Modificar la cardinalidad de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_43
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Eliminar elemento de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + 7 3. Elegir el elemento a borrar 4. Pulsar "Eliminar" 5. Confirmar este paso "Eliminar"
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento ha sido eliminado

Tabla 43: PA_43 Eliminar elemento de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_44
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Ver resumen de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + 8
Salida:	Resumen en pantalla accesible
Criterio de aceptación:	Si el resumen se muestra en la pantalla accesible

Tabla 44: PA_44 Ver resumen de manera accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_45
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Cambiar la configuración accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa CTRL + * 3. Elegir la opción que se desea cambiar: "Formato texto", "Formato botones" u "Otros" 4. Insertar los datos oportunos 5. Pulsar "Aplicar"
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si la configuración accesible ha sido cambiada y aparece con las características que han sido indicadas.

Tabla 45: PA_45 Cambiar la configuración accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_46
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Apertura de forma accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa el atajo de teclado oportuno. 3. Elegir la opción que se desea abrir: “Diagrama” o “Accesibilidad” 4. Insertar el nombre y la ruta del elemento a abrir 5. Pulsar “Abrir”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento indicado se ha abierto correctamente

Tabla 46: PA_46 Apertura de forma accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_47
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Guardado de forma accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa el atajo de teclado oportuno. 3. Elegir la opción que se desea abrir: “Diagrama” o “Accesibilidad” 4. Insertar el nombre y la ruta del elemento a abrir 5. Pulsar “Abrir”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento indicado se ha guardado correctamente

Tabla 47: PA_47 Guardado de forma accesible mediante teclado

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PA_48
Tipo:	Aceptación
Versión:	1.0
Objetivos:	Exportar de manera accesible mediante teclado
Prueba	
Entrada:	-
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se abre la aplicación. 2. Se pulsa el atajo de teclado oportuno. 3. Insertar el nombre con el que exportar el archivo. 4. Elegir el tipo “JPG” o “PDF” 5. Insertar la ruta del elemento. 6. Pulsar “Exportar”
Salida:	-
Criterio de aceptación:	Si el elemento indicado se ha exportado correctamente en el formato indicado

Tabla 48: PA_48 Exportar de manera accesible mediante teclado

4.2.2. Pruebas del sistema

Se realizan pruebas dirigidas a comprobar el funcionamiento del sistema con un cierto volumen de carga de datos y pruebas de comunicaciones existentes.

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PS_01
Tipo:	Sistema
Versión:	1.0
Objetivos:	Consumo de memoria RAM mínimo.
Prueba	
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un uso exhaustivo de la aplicación (alargar su ejecución durante horas). 2. Monitorizar el consumo de memoria RAM del sistema.
Criterio de aceptación:	Si no existe un consumo excesivo de la aplicación.

Tabla 49: PS_01 Consumo de memoria RAM mínimo

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PS_02
Tipo:	Sistema
Versión:	1.0
Objetivos:	Verificar soporte para diferentes resoluciones.
Prueba	
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar la aplicación. 2. Modificar la resolución de pantalla en distintas fases.
Criterio de aceptación:	Si, dada cualquier resolución, la disposición de la información es correcta.

Tabla 50: PS_02 Verificar soporte para diferentes resoluciones

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PS_03
Tipo:	Sistema
Versión:	1.0
Objetivos:	Tiempo de respuesta mínimo.
Prueba	
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar la aplicación. 2. Realizar distintas acciones.
Criterio de aceptación:	Si, dada cualquier acción, el tiempo y latencia percibida por el usuario es mínima.

Tabla 51: PS_03 Tiempo de respuesta mínimo

PRUEBAS	
Requisito	
Identificador:	PS_04
Tipo:	Sistema
Versión:	1.0
Objetivos:	Micrófono reconocido y funcional.
Prueba	
Secuencia de ejecución:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Activar el reconocimiento de voz. 2. Utilizar los comandos asociados.
Criterio de aceptación:	Si el sistema da una respuesta correcta a cada comando introducido.

Tabla 52: PS_04 Micrófono reconocido y funcional

Capítulo 5: Manual de usuario

5.1. Objetivo y alcance

El objetivo de este manual es dotar al usuario de los conocimientos necesarios para la correcta instalación, puesta en funcionamiento y uso de la aplicación *erEasy*, cuya misión es la creación de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación para la construcción de Bases de Datos. El programa ha sido desarrollado, optimizado y adecuado con las *herramientas accesibles* necesarias para su utilización por parte de personas con algún tipo de discapacidad, ya sea visual o auditiva.

En la mayoría de las ocasiones, las aplicaciones destinadas al *colectivo de usuarios con discapacidad* entorpecen enormemente su uso por parte de usuarios sin problemas, por lo que este programa ha sido optimizado para que su uso sea cómodo para ambos grupos.

La aplicación *cumple con todas las normativas* para considerarse totalmente accesible por parte de la comunidad discapacitada (véase “*documento de accesibilidad*”), por lo tanto, cualquier usuario perteneciente a este colectivo podrá, sin ningún tipo de problema, desarrollar sus propios diagramas siguiendo el Modelo Entidad/Interrelación. Además, el software ha sido adecuado para el uso paralelo con herramientas técnicas accesibles externas, como puede ser lectores de pantalla.

Esta aplicación *es única en su ámbito*, considerando dos puntos:

- El poco software para edición de modelos Entidad/Interrelación existente denota bastantes carencias, por lo que prácticamente impide su uso. Se podría considerar que, previamente al desarrollo del programa en el que se basa este manual, no existe ningún tipo de software específico para la creación de diagramas Entidad/Interrelación de una forma correcta, estable y robusta.
- *No existe ningún tipo de programa accesible similar al desarrollado*, por lo que hasta la fecha, personas discapacitadas eran incapaces de realizar diagramas, por tanto, la creación de este software es un gran paso en el acercamiento del desarrollo de Bases de Datos para el colectivo de usuarios con discapacidad.

El software ha sido desarrollado haciendo énfasis en la *parte accesible de la normal*, produciendo una aplicación totalmente usable tanto para usuarios sin barreras de accesibilidad como para usuarios con discapacidad que sí las tengan.

El programa ha sido implementado para facilitar su uso por parte personas con *limitaciones graves* (incluyendo ceguera total o movilidad muy reducida), como para usuarios con *limitaciones leves*, cuyo uso del software seguirá pasos distintos, pero siempre de forma fácil, intuitiva y siguiendo un cómodo aprendizaje.

El manual *contendrá Ilustraciones completas* de cómo crear y editar diagramas, adjuntando las imágenes y esquemas necesarios para que el tiempo de aprendizaje sea lo más breve posible.

5.2. Puesta en marcha de la aplicación

Se ha configurado un ejecutable *Portable*, de manera que el único fichero necesario para la utilización del programa es el llamado *erEasy.exe*, el cuál puede ser ejecutado directamente sin necesidad de instalación alguna.

Este método favorece la utilización del programa en cualquier ambiente, puesto que permite por ejemplo, introducir el fichero en un *Pendrivel* y ejecutar el mismo directamente en él.

El programa ha sido desarrollado utilizando tecnología *JAVA*, por lo que el único requisito imprescindible es la ubicación de la *máquina virtual JAVA* [JDK, 2013] en la máquina del destino. Esta puede ser descargada del siguiente enlace:

[Máquina virtual de JAVA](#)

La ejecución puede realizarse en cualquier sistema operativo, dado la connotación *multiplataforma* del lenguaje *JAVA*, siempre y cuando esté la máquina virtual instalada.

Es recomendable ejecutar la aplicación con *derechos de administrador*, dado que existen procesos de guardado y apertura, que provocarán acciones de escritura y lectura en el disco duro, y existen rutas con permisos restringidos a usuarios sin privilegios.

El sistema soporta *cualquier tipo de resolución*, así que esta puede ser utilizada en cualquier máquina independientemente de los ajustes de pantalla configurados.

Como se explicará en el contenido principal, dada la connotación accesible de la aplicación, está ha sido implementada para permitir un uso óptimo y en paralelo con *otras herramientas* destinadas al colectivo de usuarios con discapacidad, como puede ser un lector de pantalla, como el *JAWS 14* [JAWS, 2010], el cuál puede ser descargado en el siguiente link:

[Lector de pantalla JAWS 14](#)

El desarrollo con *JAVA* de herramientas accesibles como la implementada en esta ocasión, requiere una configuración extra del módulo *JAVA* instalado en el sistema, para que esta pueda ser perfectamente compatible con lectores de pantalla u otro software de apoyo. Se deberá seguir los pasos descritos en la página siguiente para que la aplicación funcione con normalidad, descargando y configurando el *Java Access Bridge* [BridgeJava, 2013]:

[Java Access Bridge](#)

Por otra parte, el módulo de *reconocimiento de voz*, que permite el uso de la aplicación prescindiendo del teclado y ratón, necesita, obviamente, el uso de un micrófono, además de una conexión a internet, puesto que el proceso de reconocimiento de voz se realiza *online* en tiempo real.

5.3. Uso y descripción de la aplicación

En el proceso de desarrollo del software se ha hecho hincapié en la abstracción completa de la parte accesible, lo que facilita el uso a personas sin discapacidad, para las cuales, las herramientas accesibles son transparentes y no entorpecen su uso. El manual de usuario será dividido para la explicación completa e independiente de ambas partes.

En primer lugar se procederá a exponer la parte común y general, que será usada por parte de usuarios sin discapacidad, para posteriormente explicar las herramientas accesibles, las cuales serán transparentes para dicho usuario.

5.3.1. Interfaz general

La interfaz de usuario general (ver Ilustración 56) ha sido desarrollada de manera que su manipulación resulte lo más intuitiva y fácil posible. Siguiendo esta premisa, se ha intentado mostrar únicamente lo necesario para la edición de diagramas, desechando las típicas interfaces recargadas que impiden un uso adecuado del software. Todas las imágenes, iconos y nombres utilizados son muy descriptivos, por lo que su uso es lo más intuitivo posible.

La aplicación soporta cualquier tipo de **resolución de pantalla**, adecuando los componentes internos para una correcta visualización (ver Ilustración 57). Del mismo modo, es posible redimensionar la ventana para compatibilizar su uso con otra aplicación, puesto que originalmente es abierta en pantalla completa.

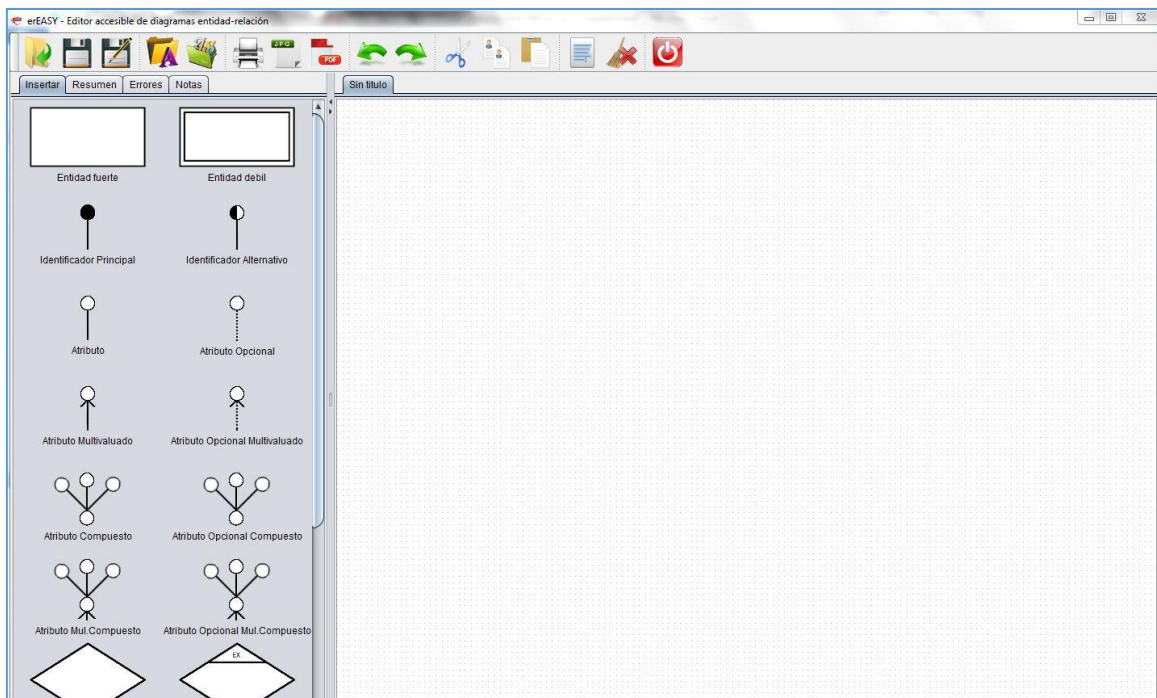


Ilustración 56: Interfaz general con resolución 1920x1080

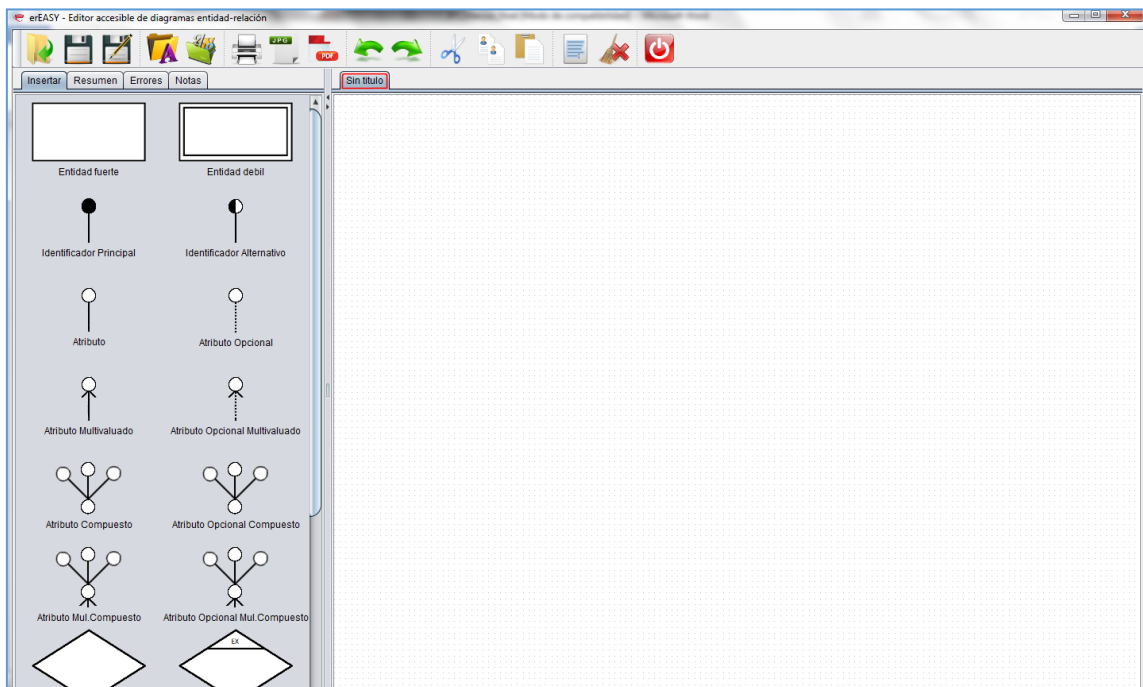


Ilustración 57: Interfaz general con resolución 1280x720

La interfaz gráfica de la aplicación ha sido **dividida en 3 partes** fácilmente reconocibles, que serán explicadas en profundidad en puntos posteriores. Si el usuario lo ve necesario, podrá optar por prescindir de alguna de las partes, utilizando las flechas en la columna de división de la parte izquierda/derecha, lo que ocasionará la ocultación de alguna de las partes.

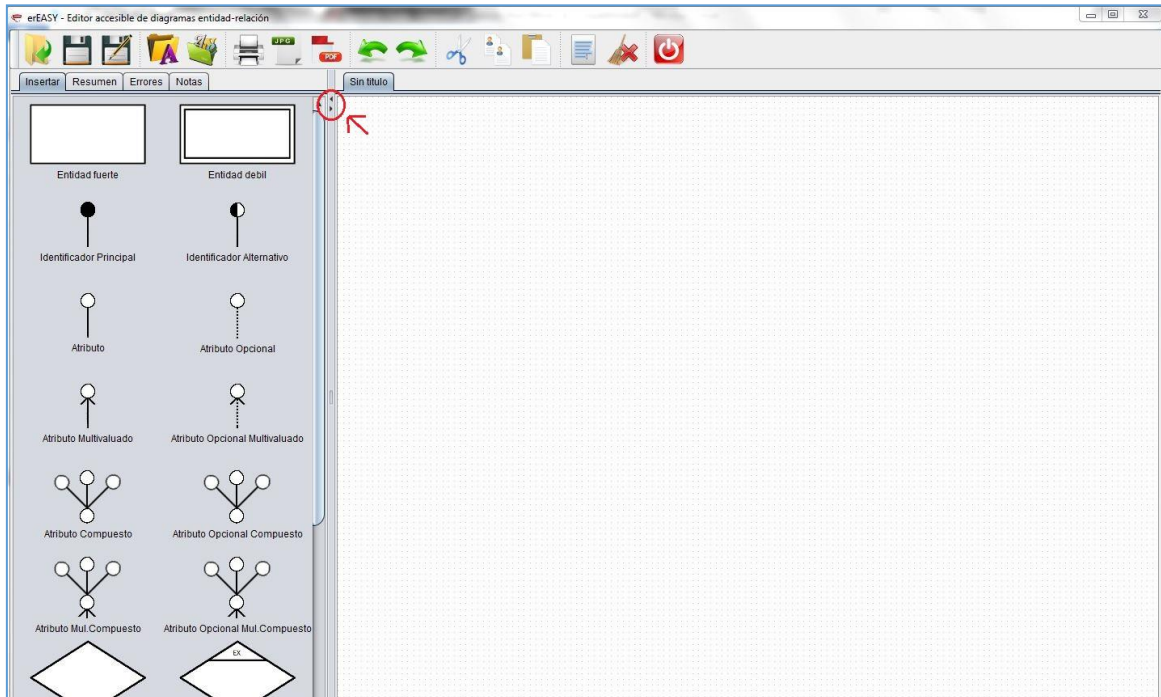


Ilustración 58: División parte izquierda/derecha interfaz general

En la Ilustración 58 se puede ver que existen dos flechas, la primera orientada a la izquierda, y la segunda hacia la derecha. Si la primera es presionada, la parte izquierda de la interfaz será oculta, dejando todo el ancho de pantalla disponible para el tapiz del diagrama (ver Ilustración 59). Este método será útil para la generación y visión de grandes diagramas, puesto que el espacio útil del esquema será maximizado, únicamente limitado por el tamaño de la pantalla física.

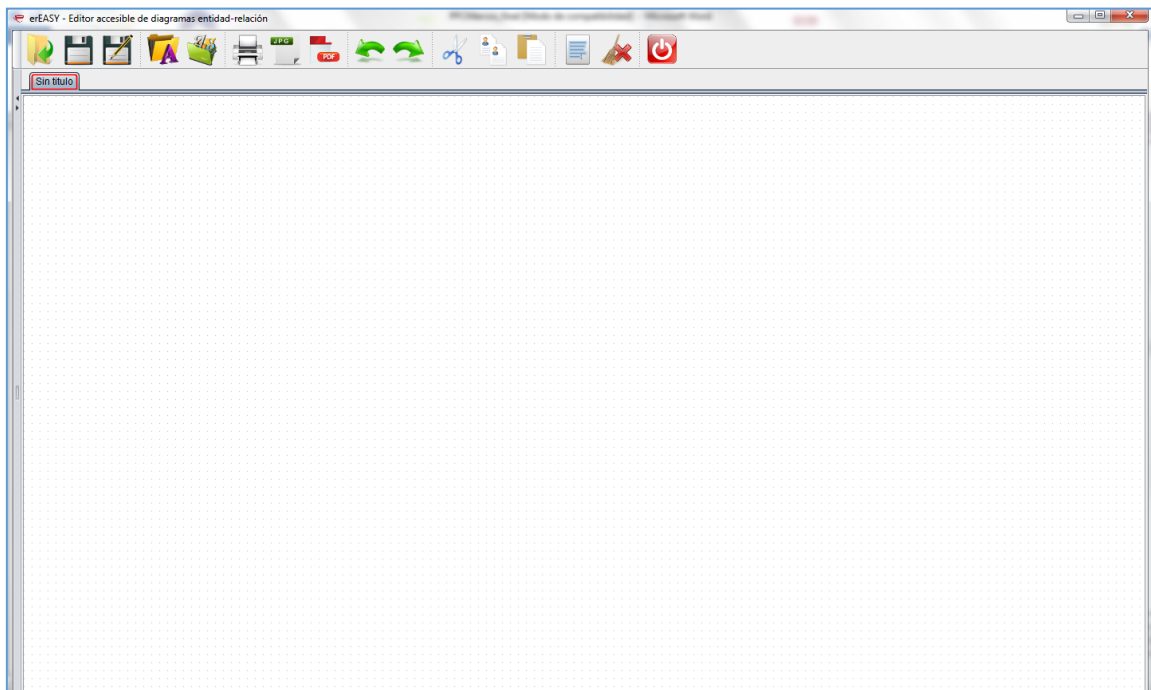


Ilustración 59: Parte izquierda oculta

Por otra parte, si la segunda flecha (orientada a la derecha) es presionada, el **panel oculto será el derecho**, por lo que el tapiz del diagrama será invisible (ver Ilustración 50). Este método será útil para la visión amplia de todos los componentes existentes para su inserción.

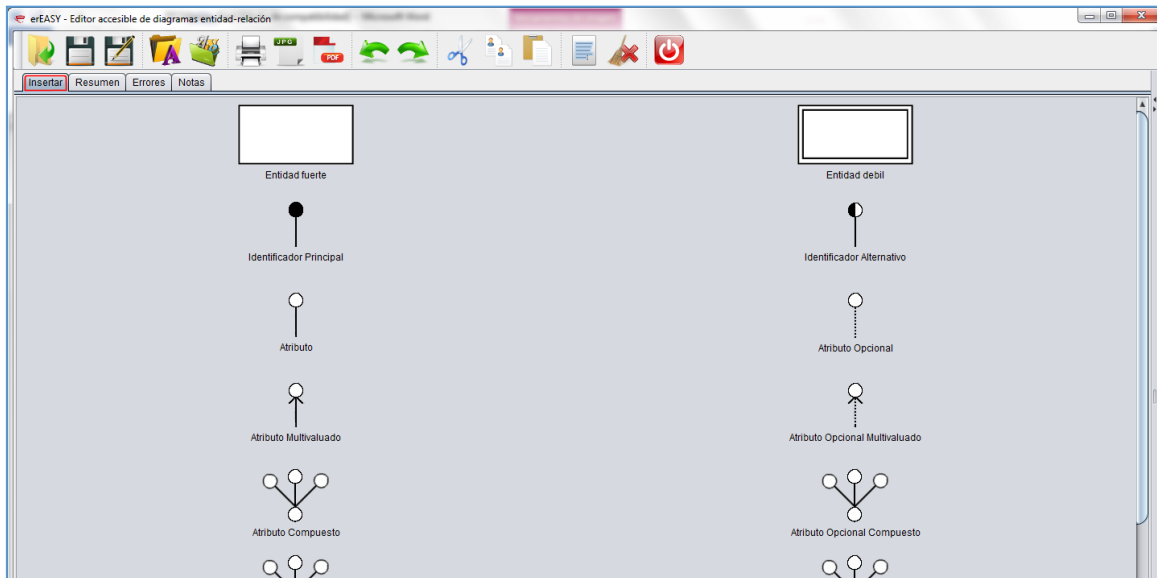


Ilustración 60: Parte derecha oculta

Por otra parte, si se quiere volver al estado original (ambas partes visibles), únicamente será necesario presionar la flecha opuesta a la usada anteriormente, de esta forma, si se ha procedido a ocultar la parte izquierda (usando la flecha orientada a la izquierda), simplemente se deberá presionar la flecha orientada a la derecha para volver a la posición estándar. También es posible redimensionar los paneles al gusto del usuario, como se muestra en la Ilustración 61, desplazando la columna divisora entre ambas partes, de esta forma, se podrá especificar el ancho deseado de ambos paneles. Para realizar la redimensión, se deberá utilizar el método de “Arrastrar y Soltar” con la columna divisora.

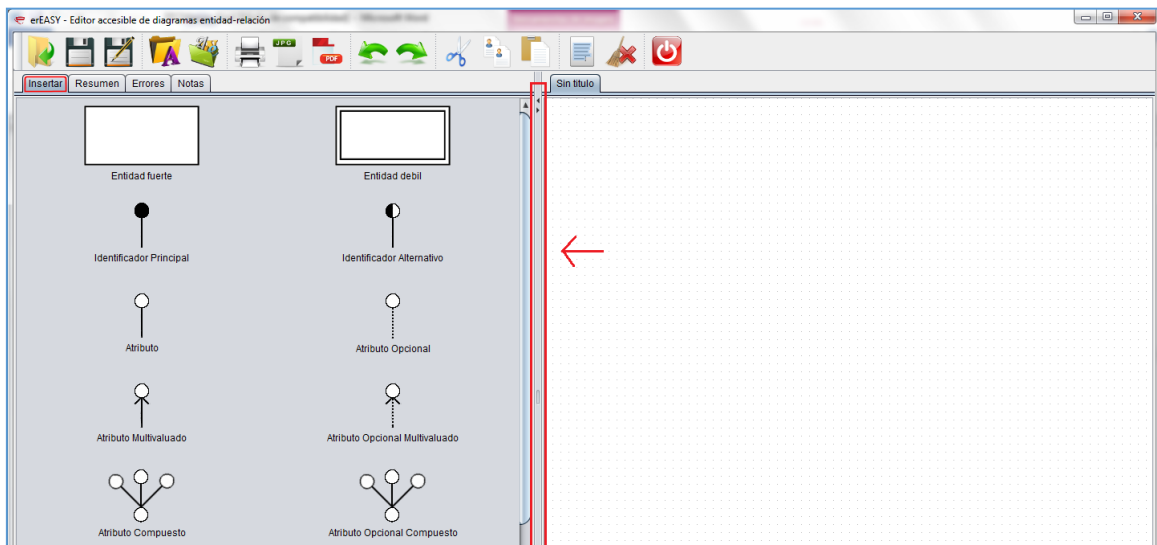


Ilustración 61: Columna divisora entre ambas columnas

Finalmente, es posible **desanclar la barra de herramientas** y desplazarla por la ventana (ver Ilustración 62). Esta acción es útil si se quiere aumentar aún más el tamaño vertical del diagrama, o si se quiere disponer de la barra de herramientas en otro lugar. Simplemente se deberá utilizar el método “Arrastrar y soltar” con la barra y depositarla en el punto deseado.

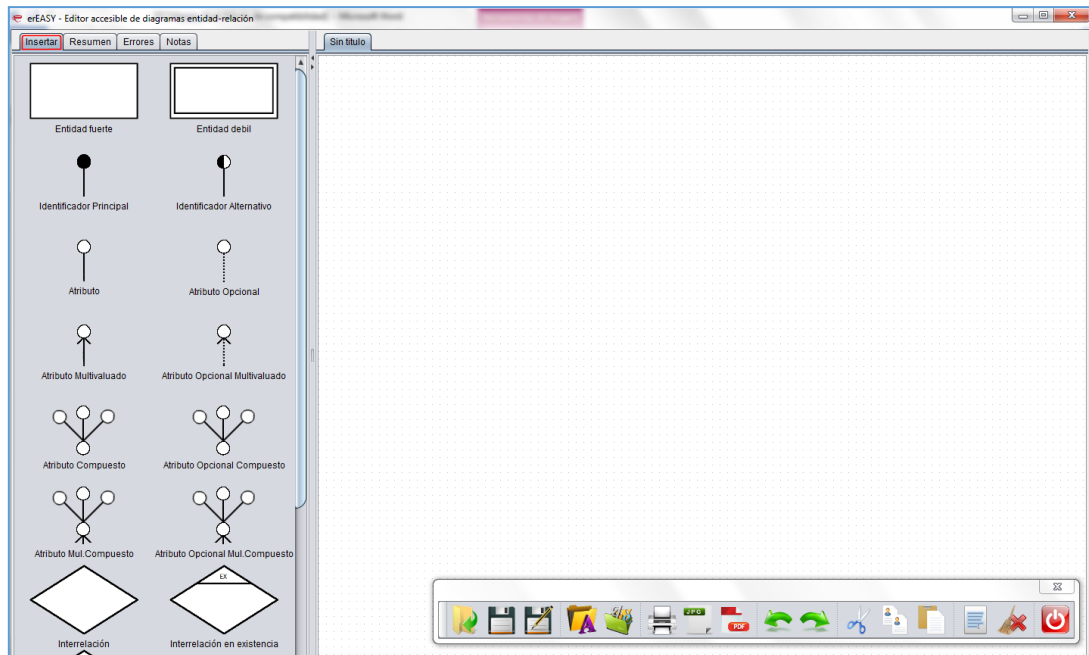


Ilustración 62: Barra de herramientas desplazada

5.3.1.1. Barra de herramientas

La interfaz ha sido reducida y simplificada para mejorar la experiencia de usuario, eliminando el típico menú de opciones y sustituyéndolo por una *barra gráfica de herramientas simple e intuitiva* (ver Ilustración 63).

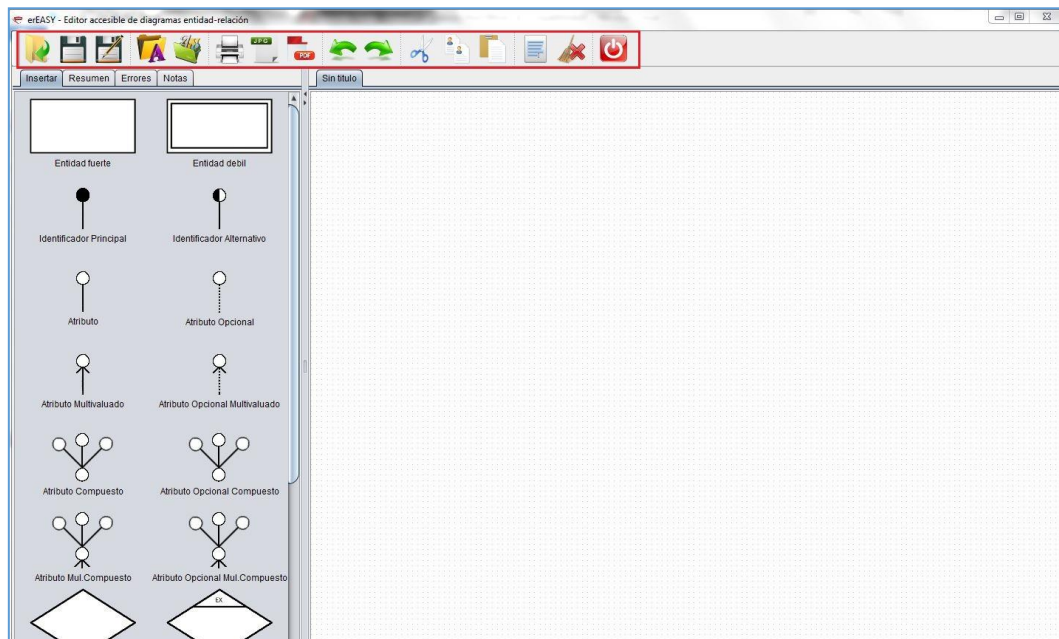


Ilustración 63: Barra de herramientas en la interfaz general

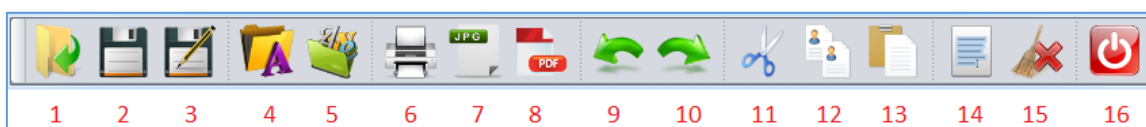


Ilustración 64: Barra de herramientas con números asociados a cada botón.

La barra de herramientas dispone de los accesos directos necesarios para la interacción óptima con la aplicación. En la Ilustración 64 se muestra la barra de herramientas de la que se procede a entrar en detalle: en primer lugar, el software soporta el **guardado y posterior apertura de diagramas** (véase botones 1, 2 y 3 / Ilustración 64), de esta forma, es posible la edición de estos en distintas instancias temporales, o si es necesario, en distintas máquinas. El formato de guardado se realizará en un **fichero .ERE**, cuya extensión ha sido creada para este software. Estos tipos de fichero almacenan toda la información necesaria asociada al diagrama en edición. Los tres primeros botones son los asociados a la apertura y guardado de diagramas, siendo el primero el indicado para abrir un diagrama anteriormente guardado, y los dos siguientes para el almacenamiento. La Ilustración 65 muestra la ventana emergente para la apertura de un fichero.

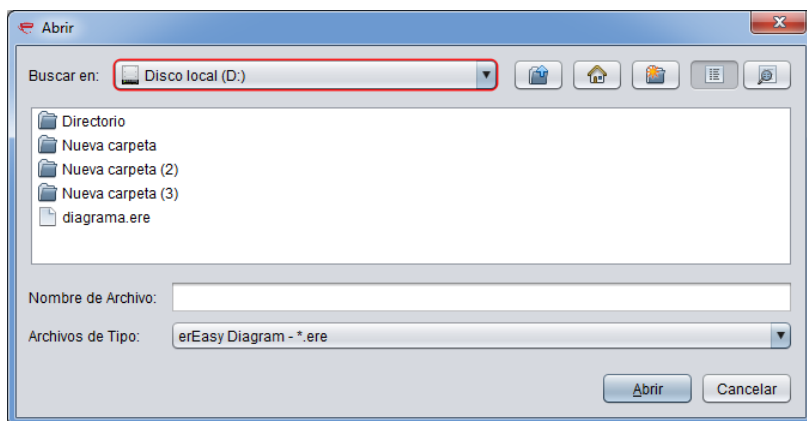


Ilustración 65: Ventana de apertura de fichero

Los botones de guardado siguen la acción estándar de “Guardar” y “Guardar como”, por lo que en una primera instancia, si el diagrama nunca ha sido guardado, ambos botones realizarán la misma acción, abriendo un cuadro de dialogo estándar con el sistema operativo (ver Ilustración 66), donde el usuario podrá buscar y elegir el directorio de almacenamiento deseado. Una vez que el diagrama ha sido almacenado, si se vuelve a presionar el botón “Guardar”, el diagrama sobrescribirá el fichero .ERE antiguo de forma automática, sin necesidad de mostrar de nuevo una ventana de elección de directorio, mientras que el botón “Guardar como” será utilizado para elegir otra ruta de guardado, lo que mostrará de nuevo una ventana de interacción con el sistema operativo para la búsqueda de nuevo destino.

Una vez que el diagrama haya sido guardado, el título del diagrama cambiará a la ruta de almacenamiento, o en su defecto, si se ha realizado una acción de apertura, mostrará la ruta de origen. En la Ilustración 67 se observa el nombre del archivo guardado en la pestaña del editor.

Se ha **optimizado el proceso de validación** de apertura y guardado, de esta forma, solo se mostrarán los directorios y ficheros .ERE, ocultando otros tipos de extensión inútiles para el programa, y se informará al usuario si se ha producido algún error durante la acción (ver Ilustración 68). Por ello, se avisará si se intenta abrir algún fichero .ERE corrupto, o si en el proceso de guardado, se intenta almacenar el diagrama con un nombre fichero incompatible o en una ruta sin permisos de escritura.

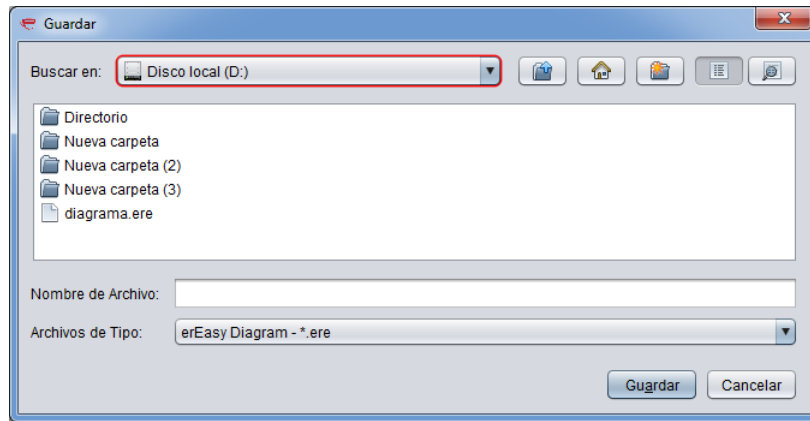


Ilustración 66: Ventana guardado de fichero

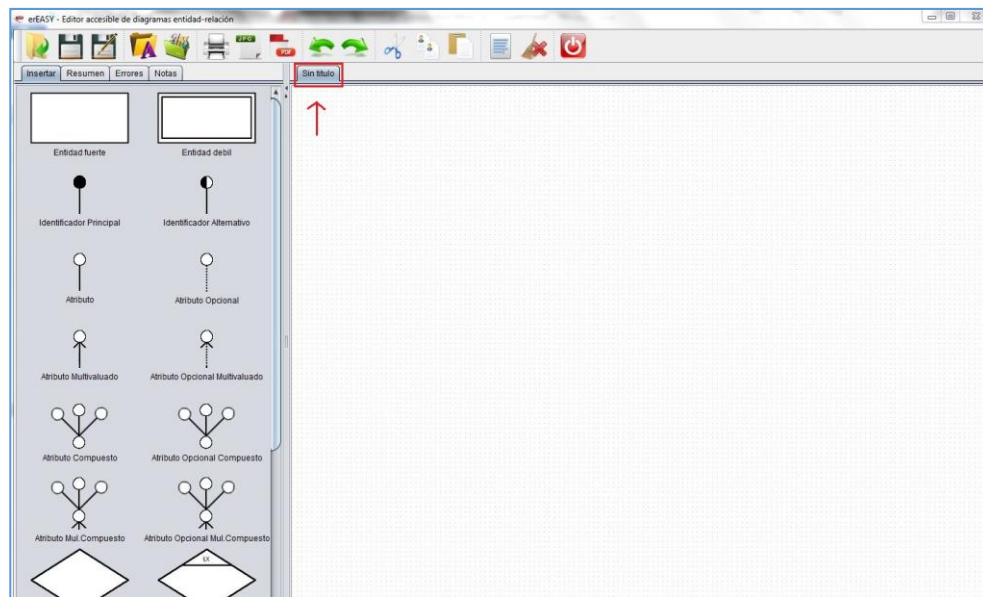


Ilustración 67: Título del diagrama

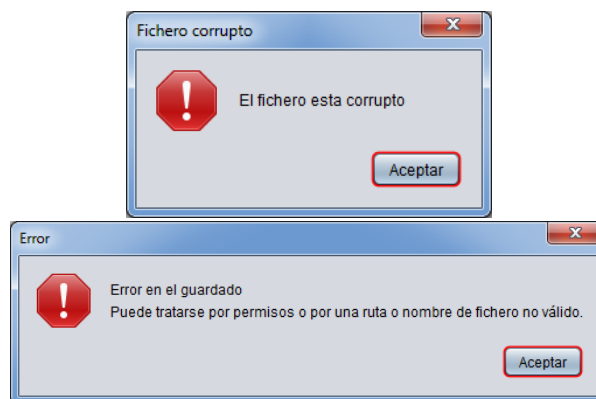


Ilustración 68: Información sobre errores

Por otra parte, la aplicación pone al servicio del usuario la posibilidad de **imprimir y exportar el diagrama** realizado (véase botones 6, 7 y 8 / Ilustración 64). Para imprimir, simplemente se presiona el botón asociado, lo cual mostrará la ventana estándar de impresión aportada por el sistema operativo (ver Ilustración 69), donde se elegirá la impresora objetivo y los parámetros deseados. Este modo ha sido optimizado para la **impresión multipágina** del diagrama, de esta forma, si se requiere, será posible imprimir un diagrama tipo *poster* contenido en varias páginas. Este modo es muy útil si después de la

edición, se requiere un estudio del mismo por parte de un grupo de personas, los cuales podrán analizar e intercambiar opiniones sobre el mismo con una escala adecuada para su revisión.

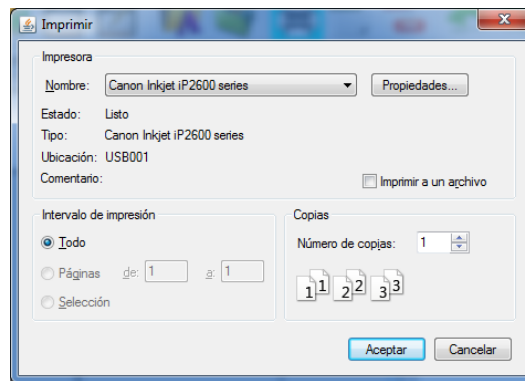


Ilustración 69: Ventana estándar de impresión

Del mismo modo, es posible realizar la exportación del diagrama en dos formatos:

- **Fichero PDF:** Dado el nivel de popularidad de este formato, se ha hecho necesario la implementación de un modo de exportación a este tipo de fichero. El elemento resultante es un archivo PDF que sigue la normativa vigente de este formato, por lo que es totalmente compatible con el software asociado (ver Ilustración 70). Este modo es útil si se quiere adjuntar el diagrama como parte anexa a un proceso de documentación coligado.
- **Fichero JPG:** Formato de imagen más popular. Este modo es útil si se va a realizar un proceso post-edición del diagrama con herramientas como Photoshop, Gimp, Paint o similar (ver Ilustración 71).

Si se presiona los botones asociados a los métodos de exportación, se mostrará ventanas de guardado estándar, donde el usuario podrá elegir el nombre y ruta de guardado deseados. Ambos procesos se han optimizado para evitar errores de validación, tal como se hizo con el proceso de apertura y guardado general del diagrama.

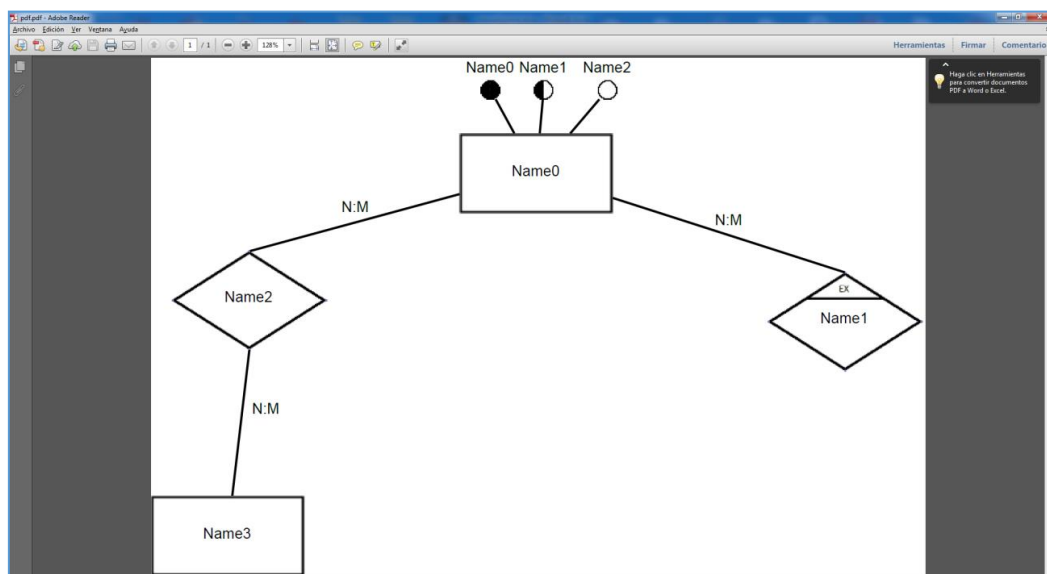


Ilustración 70: Fichero PDF resultante de la exportación usando un lector PDF

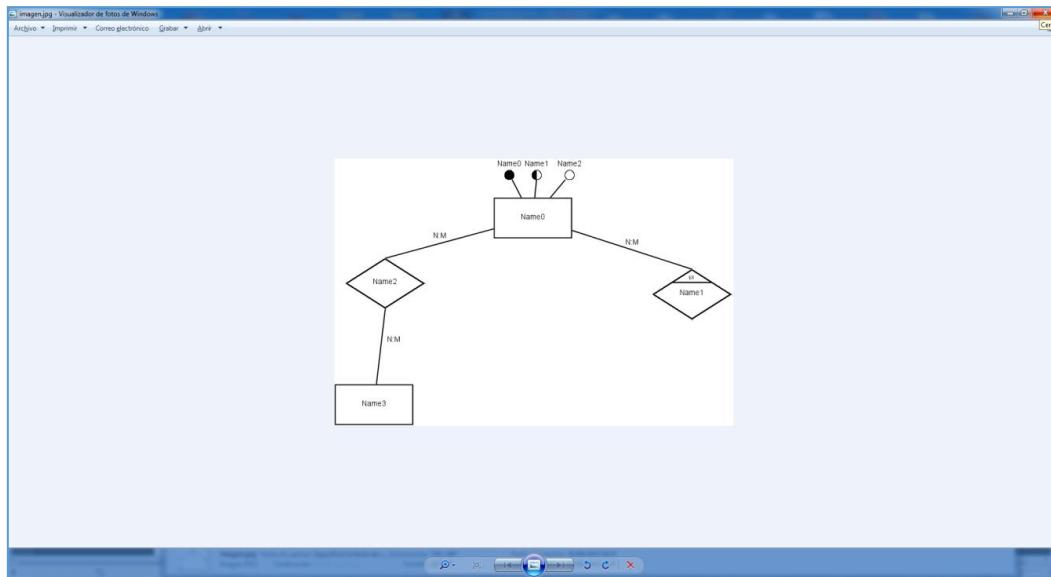


Ilustración 71: Imagen JPG resultante de la exportación usando un visor de imágenes

Dado que el fin del programa desarrollado es la edición de diagramas, se ve indispensable la utilización de las típicas herramientas para **deshacer y rehacer** los pasos realizados, de esta forma, si el usuario ve conveniente volver hacia atrás en el proceso de edición, podrá utilizar la acción asociada de una forma fácil, rápida e intuitiva (véase botón 9 / Ilustración 64). De esta misma forma, una vez deshecho pasos, podrá volver hacia delante utilizando el botón implicado (véase botón 10 / Imagen 9). El número de pasos que se pueden deshacer es tan grande que el usuario no tendrá ningún problema en volver hacia atrás los pasos deseados.

Por otro lado, se han incluido herramientas de **cortado, copiado y pegado** de elementos para facilitar la edición del diagrama (véase botones 11, 12 y 13 / Ilustración 64). Como es habitual, se deberá seleccionar los elementos deseados e implicados en el proceso, proceder al cortado/copiado, y finalmente, si fuera necesario, pegarlo en el diagrama (ver Ilustración 73). Dado las limitaciones teóricas del Modelo Entidad/Interrelación, habitualmente no es posible acoger en un mismo diagrama a dos elementos con el mismo nombre (por ejemplo, dos entidades), por lo tanto, cuando se realice un proceso de copiado y pegado, los elementos resultantes tendrán el postfijo *-copia*, para diferenciar los originales de los añadidos.

El usuario también podrá realizar una **selección total** del diagrama simplemente presionando el botón asociado (véase botón 14 / Ilustración 64). Así mismo, será posible **eliminar todo** el diagrama pulsando un botón (véase botón 15 / Ilustración 64). Para evitar eliminaciones completas involuntarias, se ha procedido a implementar un mensaje de confirmación para que el usuario verifique que realmente desea un borrado completo (ver Ilustración 72).

Para **salir** de la aplicación se podrá utilizar el botón para ese fin (véase botón 16 Ilustración 64), o presionando el botón estándar de la ventana.

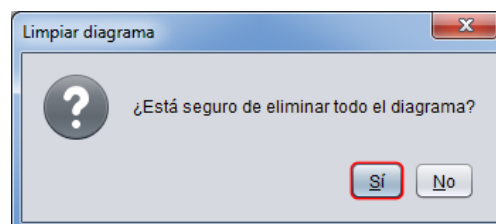


Ilustración 72: Confirmación borrado permanente.

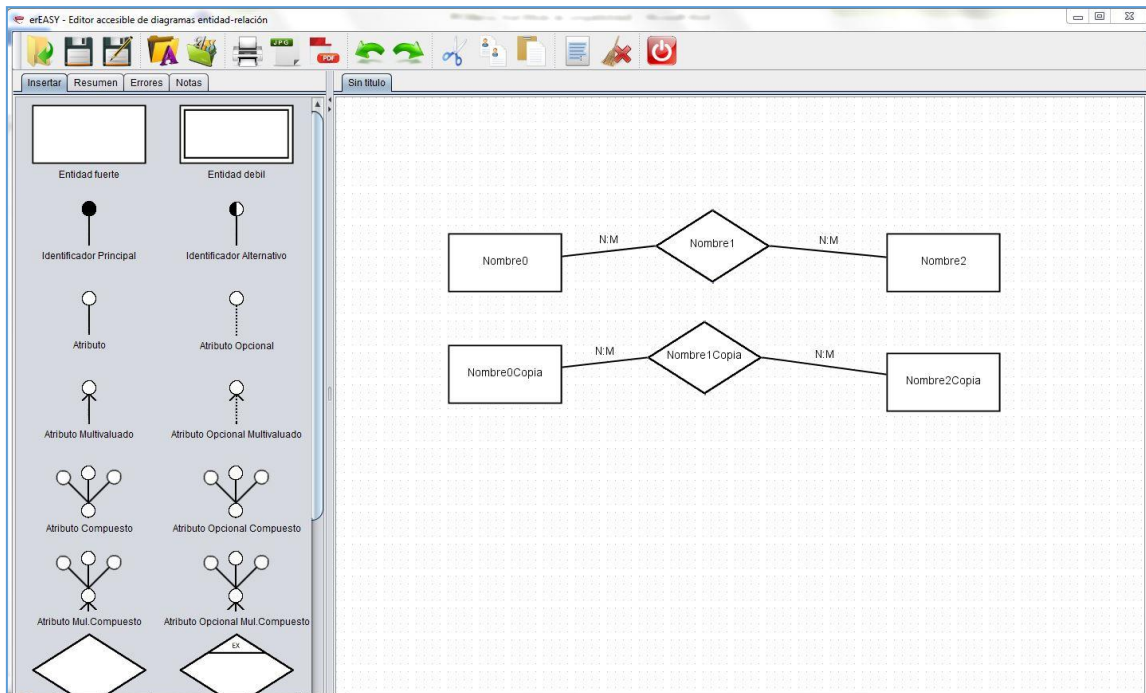


Ilustración 73: Resultado de un proceso de copiado-pegado

5.3.1.2. Panel izquierdo

Este apartado se centrará en el panel izquierdo, el cual está formado por 4 pestañas, que se explorarán en profundidad a continuación.

La primera pestaña es utilizada para la *inserción de elementos* (véase Ilustración 74) utilizando el método de “Arrastrar y soltar”, por lo que esta herramienta está destinada a usuarios que no tengan barreras de accesibilidad con este tipo de interacción.

Al realizar el *arrastre* y mientras se mantiene el botón del ratón presionado, si la acción se produce dentro del tapiz, el elemento será mostrado sombreado hasta que el botón del ratón sea soltado, en ese momento, el elemento denotará el aspecto normal y será insertado en el destino elegido (véase Ilustración 78).

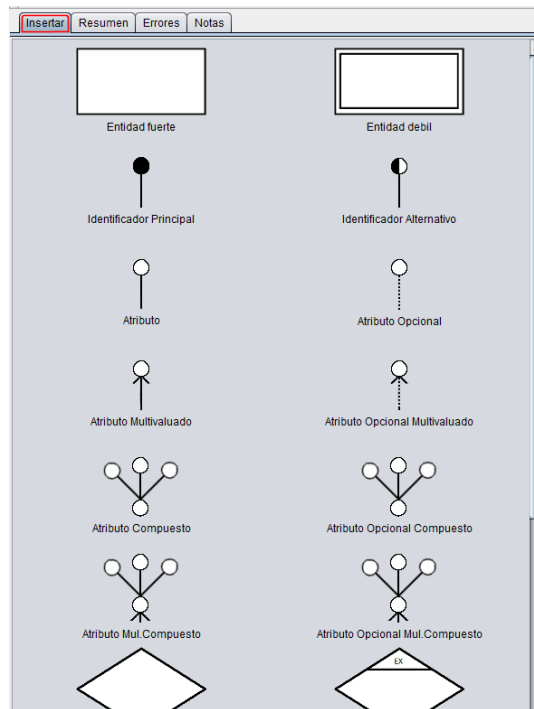


Ilustración 74: Pestaña de inserción

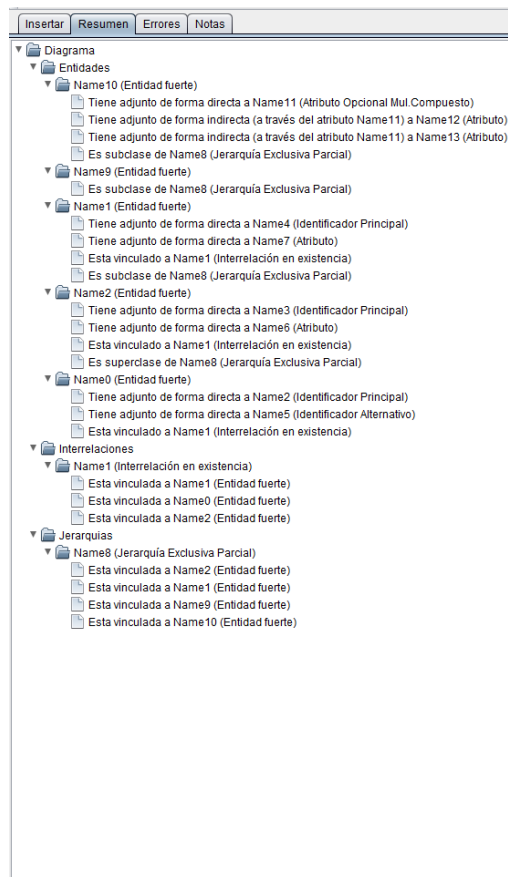


Ilustración 75: Pestaña de resumen

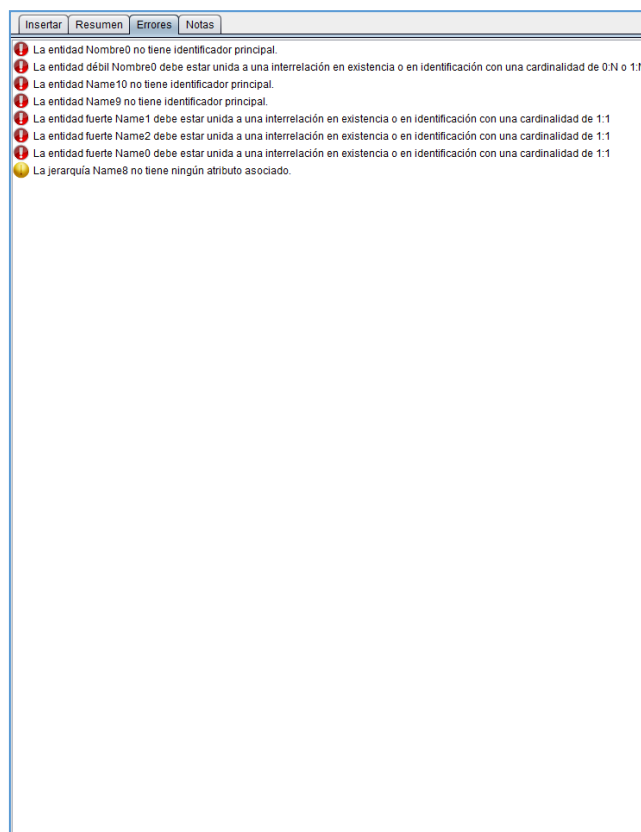


Ilustración 76: Pestaña de errores

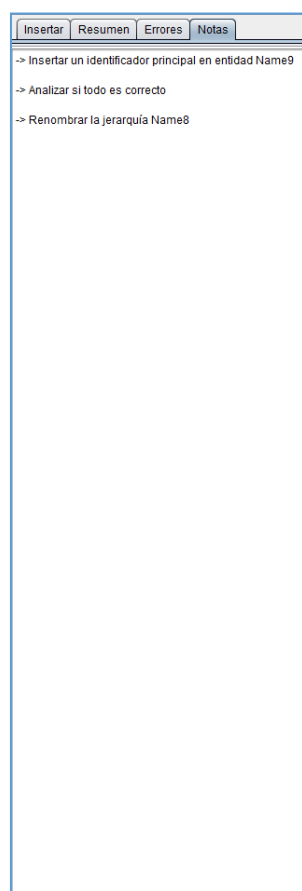


Ilustración 77: Pestaña de notas

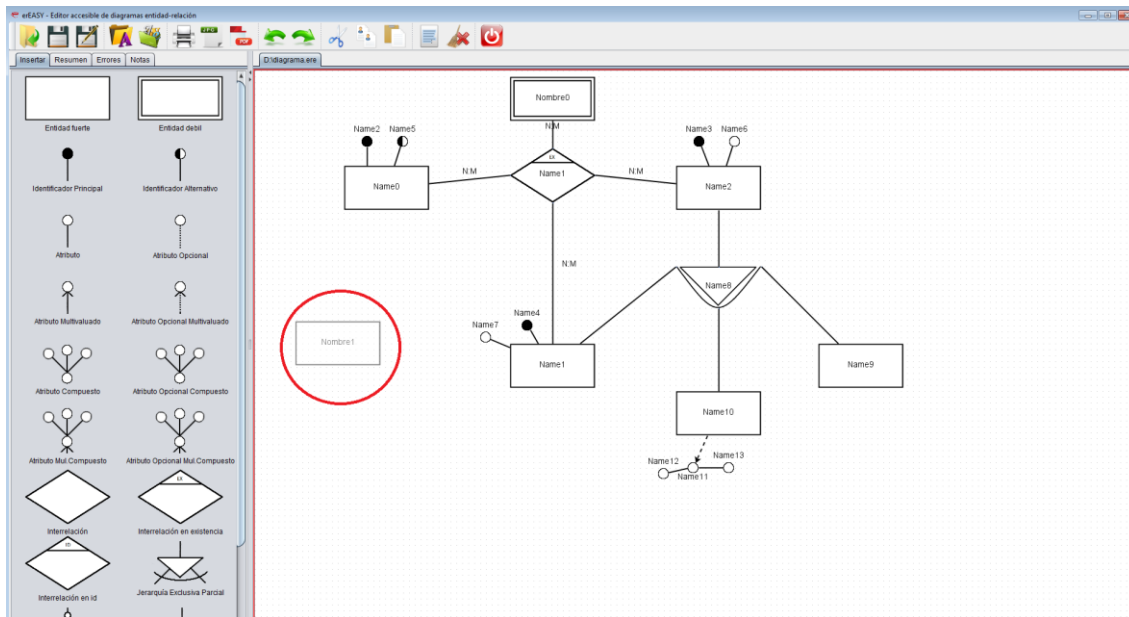


Ilustración 78: Método “Arrastrar y soltar”. El elemento es sombreado mientras que dure el arrastre

Editando grandes diagramas, es posible que el usuario necesite un resumen escrito y abreviado del mismo, exponiendo los detalles de los elementos insertados, así como la relación entre ellos. Para ello se ha implementado la pestaña de resumen (véase Ilustración 75), donde el usuario podrá observar un árbol jerárquico con la exposición y síntesis escrita de las distintas características del diagrama realizado.

Por otro lado, es posible que los conocimientos teóricos del usuario no sean suficientes, por lo que es necesaria una validación del diagrama informando al usuario de los posibles errores existentes. Para ello se utiliza la pestaña de **errores** (véase Ilustración 76), donde el usuario puede observar, en tiempo real, los posibles errores existentes resultado de la validación según Modelo Entidad/Interrelación, para subsanarlos lo más rápidamente posible. También se incluyen una serie de advertencias en el caso de que el error producido no sea grave, lo que da la opción al usuario de rectificarlos. Los errores graves son mostrados en primer lugar, indicándolos con un icono de color rojo y con una etiqueta de error, mientras que las advertencias son mostradas en color amarillo con una etiqueta que indica que es advertencia. Si todo el diagrama es correcto, se mostrará un mensaje informando del evento con un icono de color verde.

Por último, se ha añadido una herramienta simple de **adición de notas** (véase Ilustración 77), donde el usuario podrá añadir, en modo texto, toda la información que crea necesaria para finalizar la edición del diagrama de forma satisfactoria. El uso es sumamente sencillo, simplemente se selecciona la pestaña a fin y se introduce la información deseada.

Todas las pestañas contienen una **barra de desplazamiento** que será mostrada cuando la información total contenida no sea visible al completo, por lo que el usuario será capaz de desplazarse vertical y horizontalmente por la pestaña para analizar toda la información disponible. Esto es útil cuando la resolución de pantalla sea pequeña, o cuando la aplicación este redimensionada a un tamaño que no permita mostrar toda la información al completo, dando la oportunidad al usuario de ver todo lo contenido de una forma fácil e intuitiva.

5.3.1.3. Panel derecho

Este panel contiene el tapiz contenedor del diagrama, en el cuál se podrá realizar todas las acciones disponibles para que la experiencia del usuario al editar sea lo más positiva posible.

Se han añadido *múltiples herramientas y útiles* varios para la edición, lo que ofrecerá al usuario una gran libertad al realizar sus diagramas. Para manejar las distintas herramientas, se ha implementado un

menú emergente que es mostrado cuando el usuario presiona el botón izquierdo del ratón en el espacio del tapiz (ver Ilustración 79 y 80). Dicho menú es diferente según el elemento donde se realice el *click*, o si la presión se realiza en un espacio en blanco del diagrama.

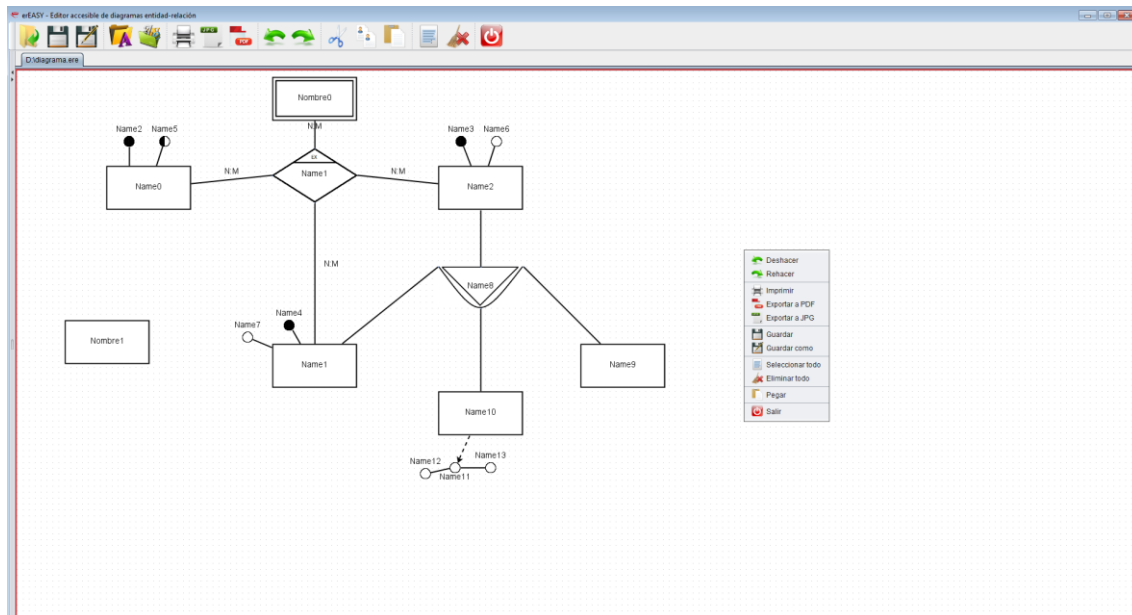


Ilustración 79: Despliegue del menú emergente al realizar click en zona en blanco



Ilustración 80: Menú emergente en detalle al realizar click en zona en blanco

Como se puede observar en la Ilustración 80, este menú contiene todas las acciones generales disponibles, las cuales han sido explicadas con anterioridad en el apartado *Barra de Herramientas*. Este menú añade una nueva forma de activación de los útiles existentes, así se facilita al usuario dos vías, contando con los iconos situados en la barra de herramientas.

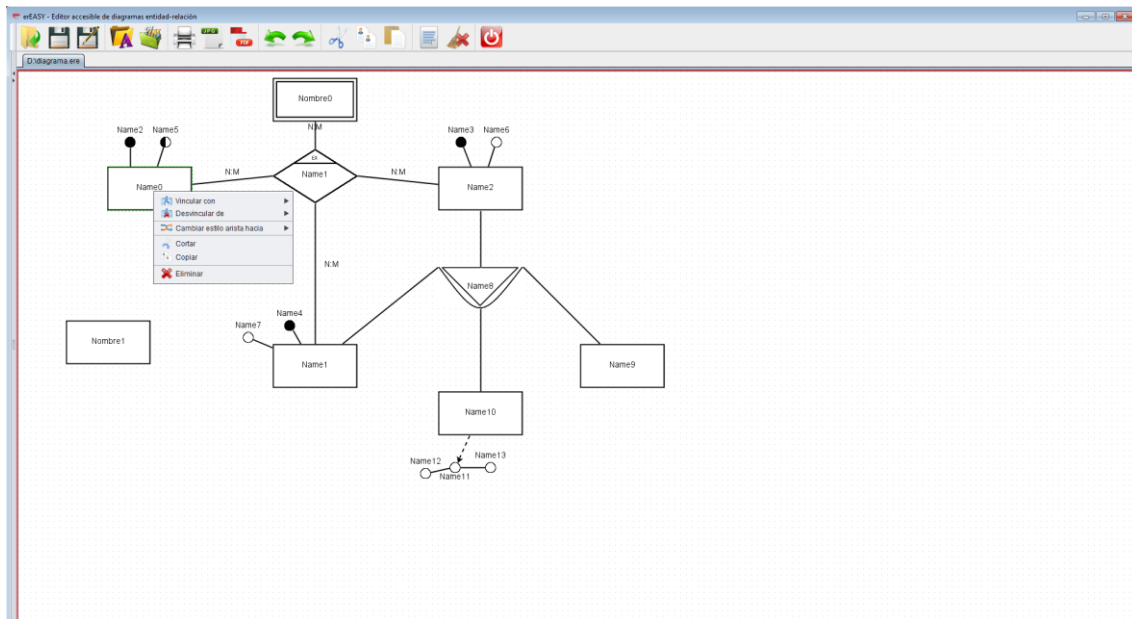


Ilustración 81: Despliegue del menú emergente al hacer click en entidad

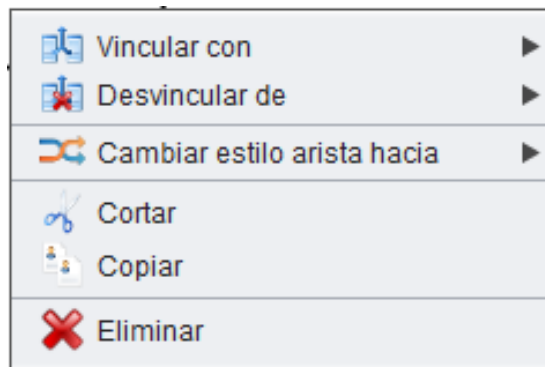


Ilustración 82: Menú emergente en detalle al hacer click en entidad

Como se ha comentado anteriormente, los menús emergentes son diferentes dependiendo del elemento clickeado, mostrando las opciones idóneas y utilizables en cada caso. En las Ilustraciones 81 y 82 se puede apreciar el menú obtenido si la pulsación se ha realizado en una entidad, en cuyo caso se puede realizar las siguientes tareas:

Vincular con: Permite relacionar la entidad con otro elemento (ver Ilustración 83). El menú esta optimizado para mostrar el tipo y nombre del posible elemento destino. Del mismo modo, esta opción será ocultada si no existen elementos con que relacionarse. Esta opción se encuentra implementada de forma que evite posibles errores del usuario:

- No muestra elementos ya unidos (excepto en el caso de interrelaciones, que se mostrará hasta que la entidad sea unida dos veces con el destino en una *relación reflexiva*).
- Teóricamente no está permitido unir entidades con otras entidades, por lo que en esta opción no serán mostradas otras entidades integradas en el diagrama.
- Un atributo solo puede estar unido a un destino, por lo que esta opción no mostrará los atributos ya conectados.

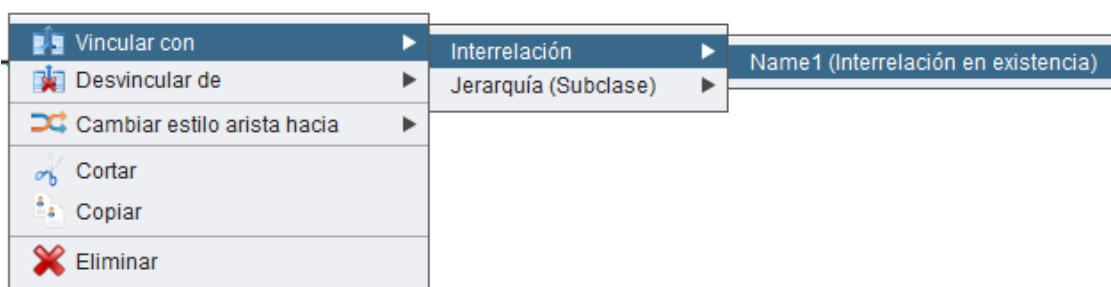


Ilustración 83: Menú emergente con opción Vincular con activada

- **Desvincular de:** Permite desconectar la entidad de un destino (ver Ilustración 84). Esta opción se mostrará deshabilitada si la entidad no se encuentra conectada con ningún elemento.

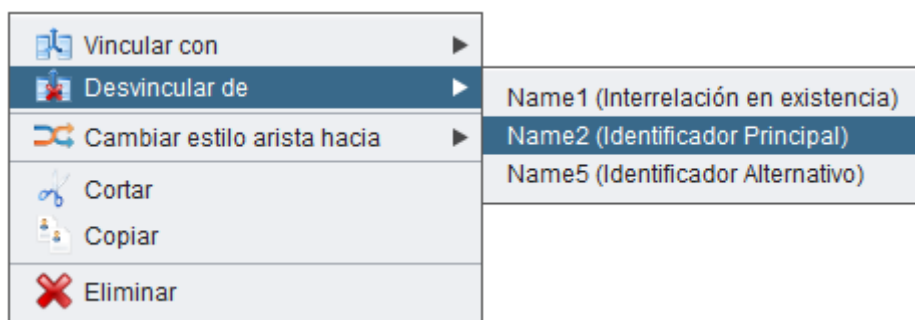


Ilustración 84: Menú emergente con opción Desvincular de activada

- **Cambiar estilo arista hacia:** Por defecto, las aristas de unión entre un elemento y otro son rígidas, es decir, no es posible deformarlas y seguirán una línea recta (ver Ilustración 85, 86 y 87). Es posible, que el usuario necesite alterar la arista, por lo que esta opción permitirá hacer flexible la misma, permitiendo su modificación ajustándose lo necesario.



Ilustración 85: Menú emergente para cambiar una arista rígida a flexible



Ilustración 86: Menú emergente para cambiar una arista flexible a rígida

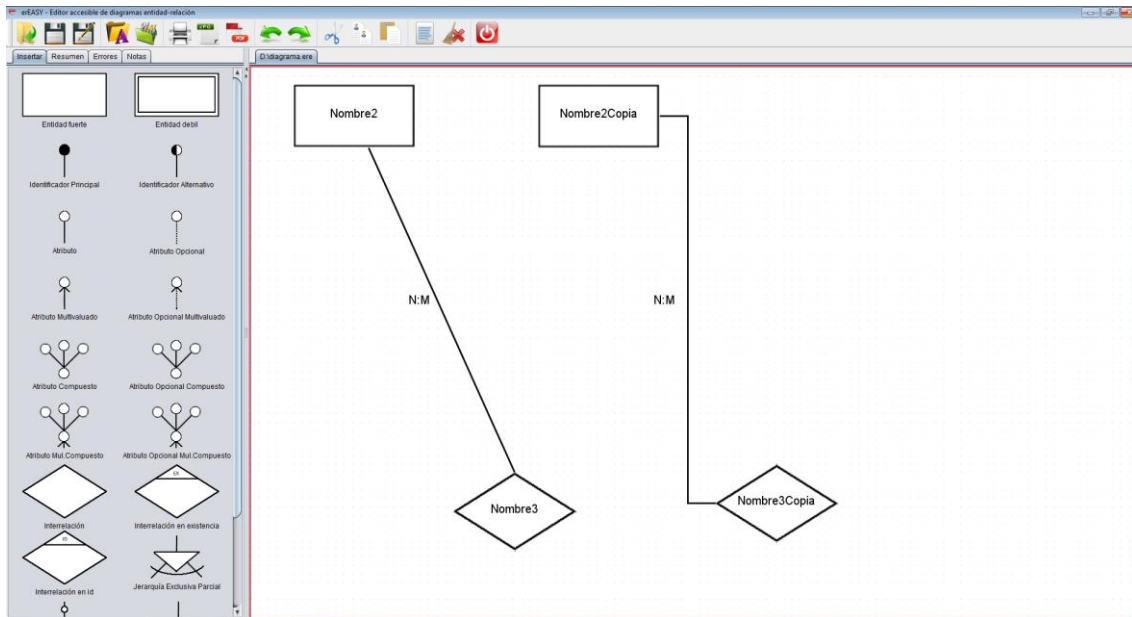


Ilustración 87: Tipo arista rígida (por defecto) en el grupo izquierdo, y arista flexible en grupo derecho

En el caso de tratarse de interrelaciones, existe una nueva opción destinada a mover una arista conectada hacia otro punto de la interrelación como se ve en la Ilustración 88, 89 y 90. El punto de unión con la interrelación solo se puede realizar en una de sus 4 puntas (*Norte, Sur, Oeste y Este*). Por ello, una vez que se une un elemento a la interrelación, es posible que el punto de unión de la arista asociada no sea la deseada, en cuyo caso se puede utilizar la acción **Mover arista de**, en el cuál, se seleccionará el tipo de elemento al que se está conectado y el nombre del mismo, informando al usuario del punto cardinalidad actual donde se encuentra conectada la arista asociada a la unión, para posteriormente poder elegir entre uno de los otros 3 puntos cardinales restantes.

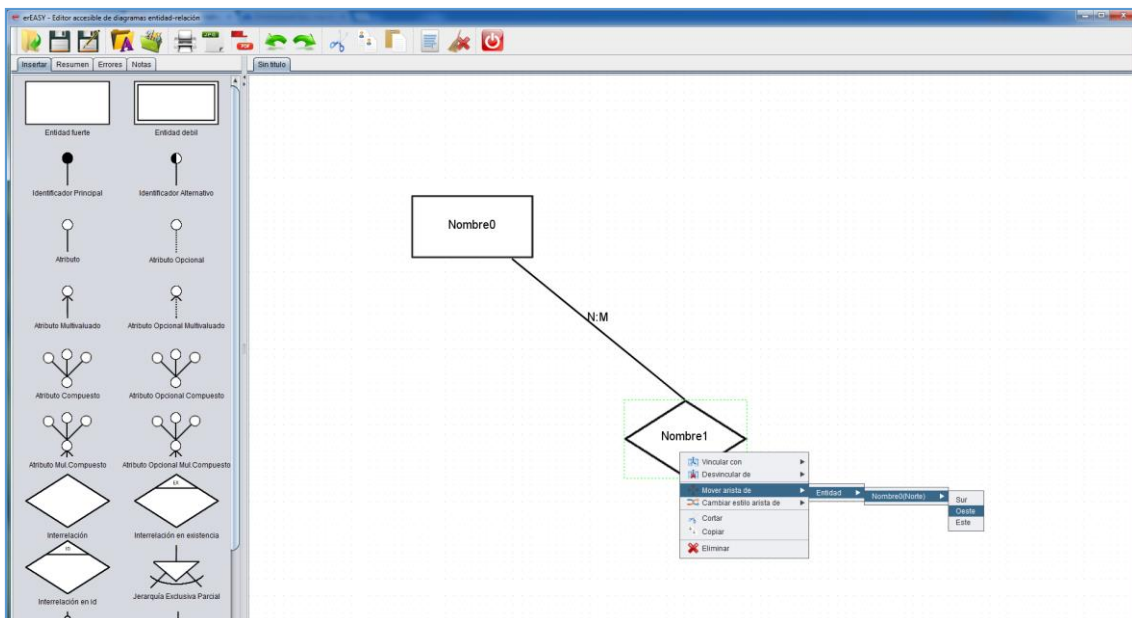


Ilustración 88: Menú emergente para una interrelación



Ilustración 89: Menú emergente en detalle para una interrelación

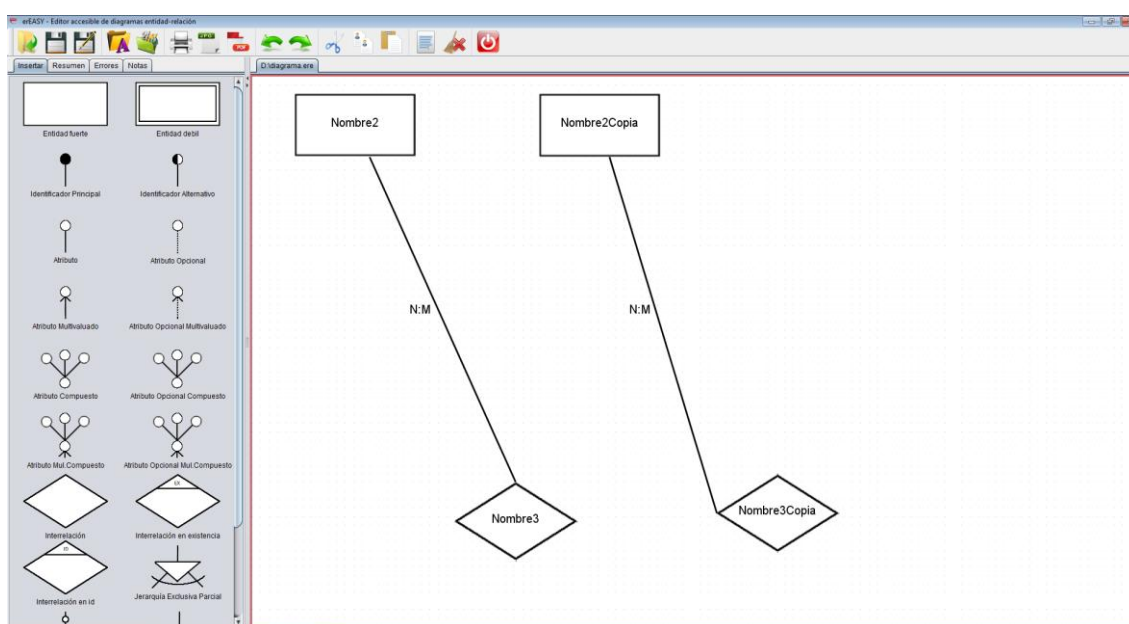


Ilustración 90: Conexión original en el grupo izquierdo (conexión Norte), y resultado del cambio a conexión oeste en el grupo derecho

Esta opción también está disponible para la unión de subclases a una jerarquía (ver Ilustración 91 y 92), en la cual, los puntos de unión son los 3 puntos inferiores (*Oeste*, *Sur* y *Este*). El punto cardinal *Norte* está reservado exclusivamente para determinar la superclase. De este modo, el menú “Vincular con” para una jerarquía subdividirá el apartado para superclase o subclase, según la elección deseada.

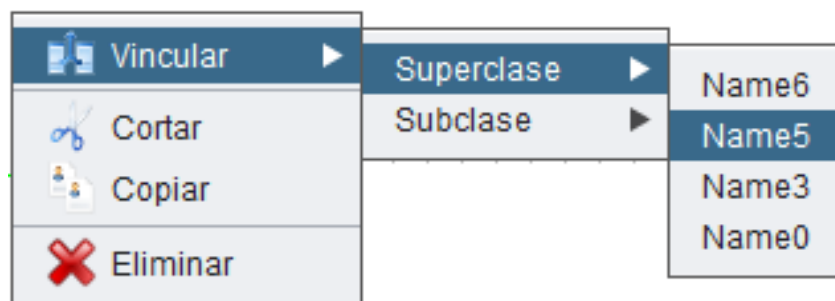


Ilustración 91: Menú Vincular con en detalle para una jerarquía

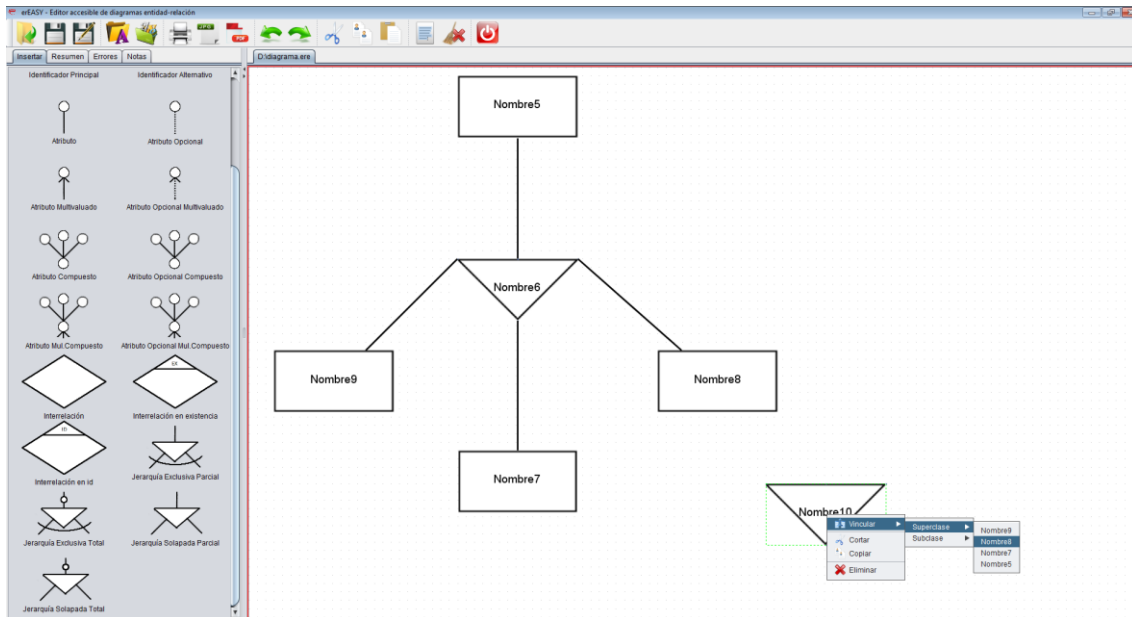


Ilustración 92: Disposición de conexión de una jerarquía y menú emergente asociado

Por otra parte, se puede realizar las típicas acciones de **cortado**, **copiado** y **eliminación** para cualquier elemento del diagrama.

Como se ha explicado con anterioridad, todos los menús emergentes han sido diseñados para ocultar las opciones no disponibles y para mostrar las opciones válidas en cada momento.

Las aristas se han diseñado de forma estática, es decir, el usuario no puede alterar de forma manual su origen/destino, así como su forma. Solo es posible modificar estos parámetros desde el menú emergente, de esta forma se acota la libertad del usuario, evitando fallos o la realización de movimientos de forma involuntaria, como por ejemplo podría ser el movimiento de una arista hacia otro elemento que el deseado o perdidas del origen/destino de las mismas. Todo esto queda solucionado con la manipulación del menú emergente.

Por otra parte, es posible que la disposición de la etiqueta con el nombre de un atributo este posicionado en un sitio que dificulte su visión o altere la disposición de otros elementos. Por ello se ha implementado la opción **Posicionar etiqueta**, con la cuál es posible cambiar la posición relativa de la etiqueta respecto al atributo (ver Ilustración 93 y 94).

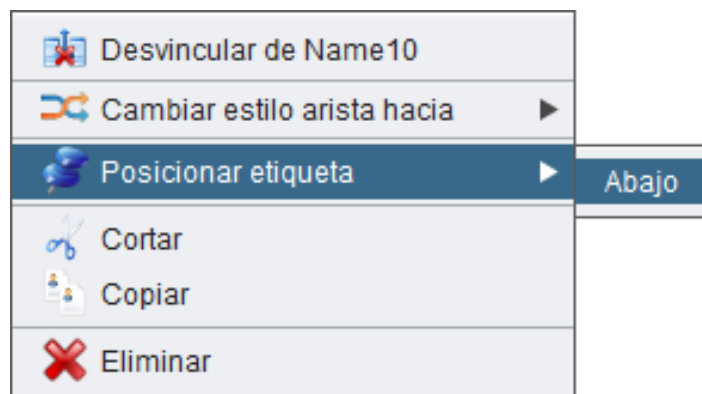


Ilustración 93: Menú emergente en detalle de un atributo con la acción Posicionar etiqueta

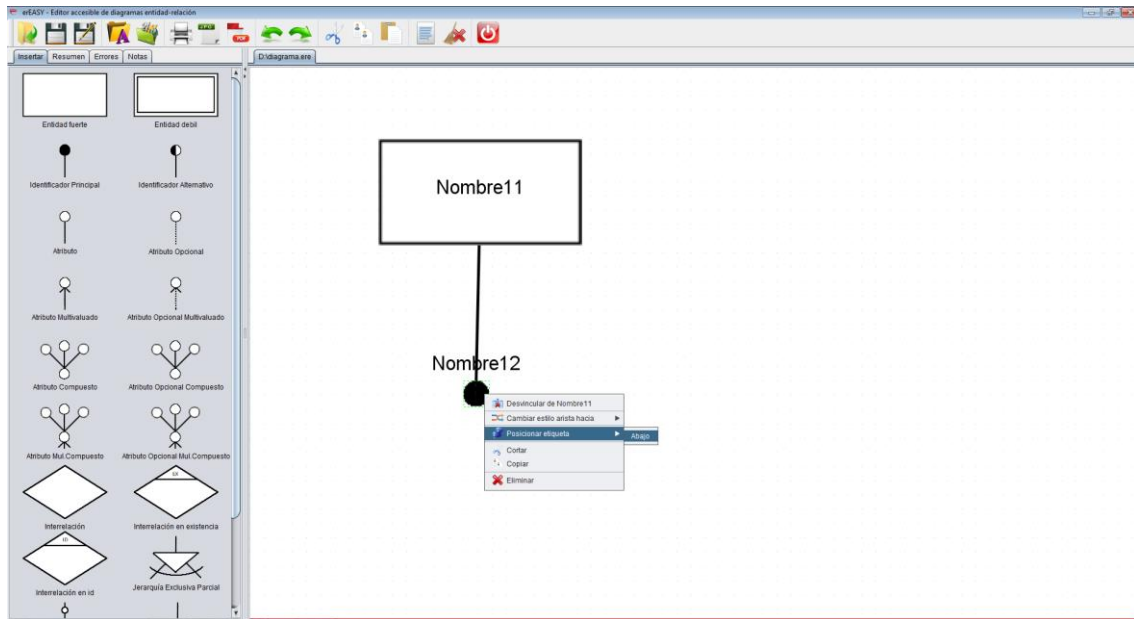


Ilustración 94: Menú emergente de un atributo con la acción Posicionar etiqueta

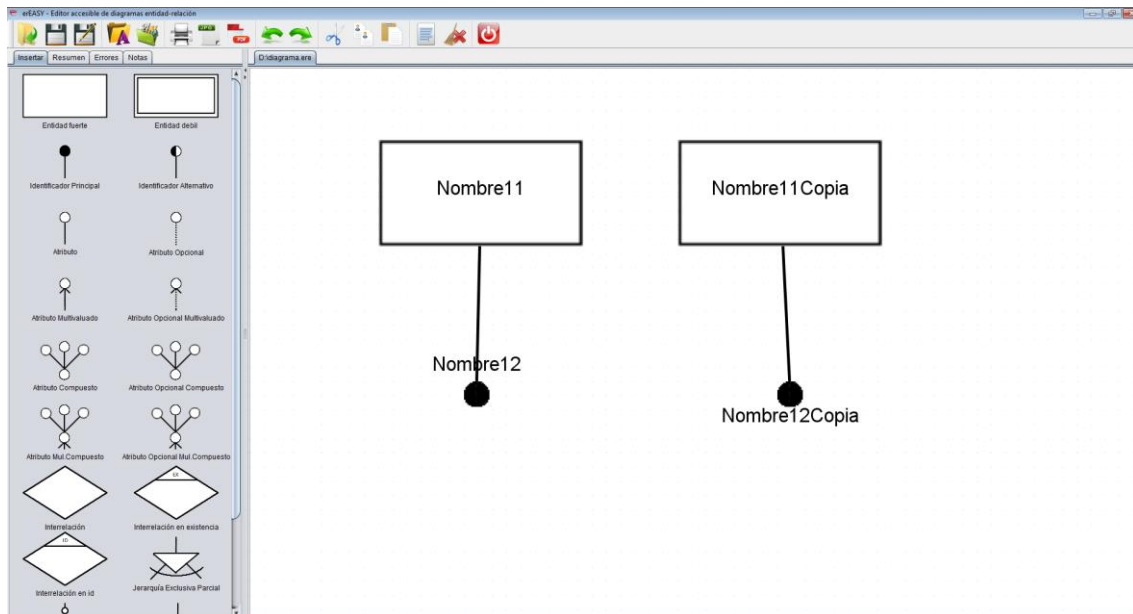


Ilustración 95: Cambio de posición de la etiqueta hacia abajo

En la Ilustración 95 se puede observar como en el grupo izquierdo (original), la etiqueta del atributo se solapa con la arista, impidiendo su correcta lectura, por lo que se ha procedido a utilizar la acción para posicionar la etiqueta en la parte inferior (grupo derecho).

Por otra parte, es posible **seleccionar un grupo o todo el diagrama**, moverlo por el tapiz y colocarlo en el sitio deseado, utilizando simplemente el método “Arrastrar y soltar” (ver Ilustración 96). Del mismo modo es posible mover un solo elemento.

También es posible la **eliminación de un grupo o de un solo elemento**, seleccionando y presionando la tecla **SUPR**, aunque las teclas útiles y atajos de teclado utilizados se explicarán con posterioridad.

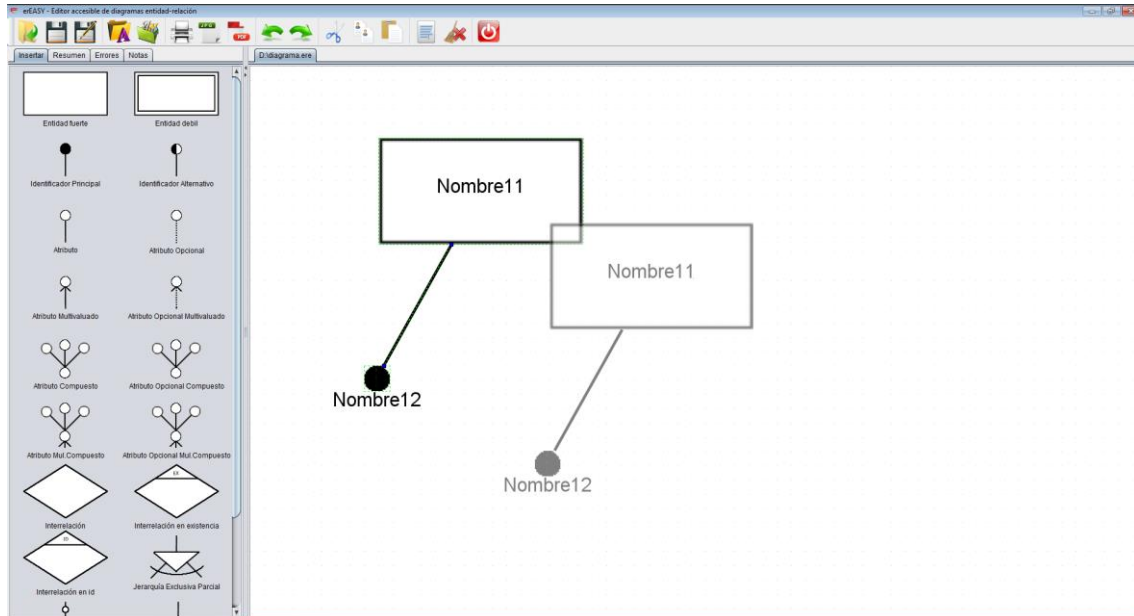


Ilustración 96: Selección de un grupo de elementos y proceso de arrastre

Es posible que el usuario necesite ver más de cerca el diagrama editado, por lo que existe la posibilidad de **realizar zoom** (aumento o alejamiento) en el diagrama, utilizando para ello la rueda del ratón o las teclas + o -.

Como se ha comentado anteriormente, respetando la teoría sobre el Modelo Entidad/Interrelación, no es posible que en un mismo diagrama coexistan dos elementos del mismo tipo con el mismo nombre (excepto en el caso de los atributos, que esto se limita si se encuentran insertados en el mismo elemento), por lo que el software, a la hora de insertar un nuevo objeto, lo hace introduciéndolo con un nombre nuevo que no exista en el diagrama, siguiendo un patrón estándar con la palabra *Name* seguido de un número.

Es habitual que el usuario requiera **cambiar el nombre a un elemento**, lo cual lo puede realizar de forma fácil realizando *doble-click* en el elemento en cuestión (ver Ilustración 98), provocando la apertura de un campo de texto donde se introducirá el nuevo nombre. Puede darse el caso que el usuario utilice un nombre ya existente, por lo que siguiendo restricciones del Modelo en relación el software avisará de la negación de la acción como se muestra en la Ilustración 97, retornando al antiguo valor.

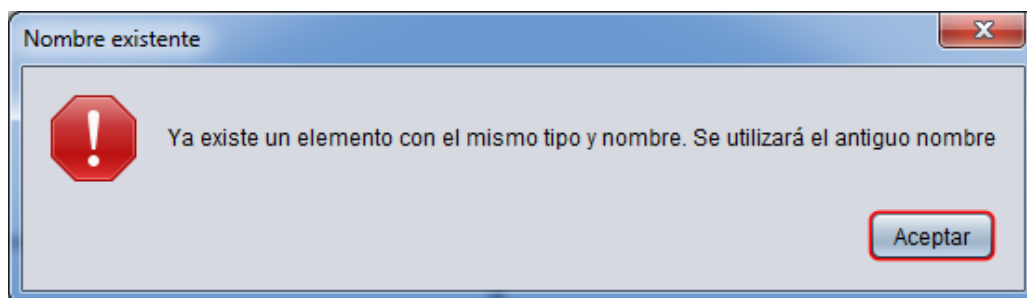


Ilustración 97: Mensaje de alerta al introducir un nombre ya existente

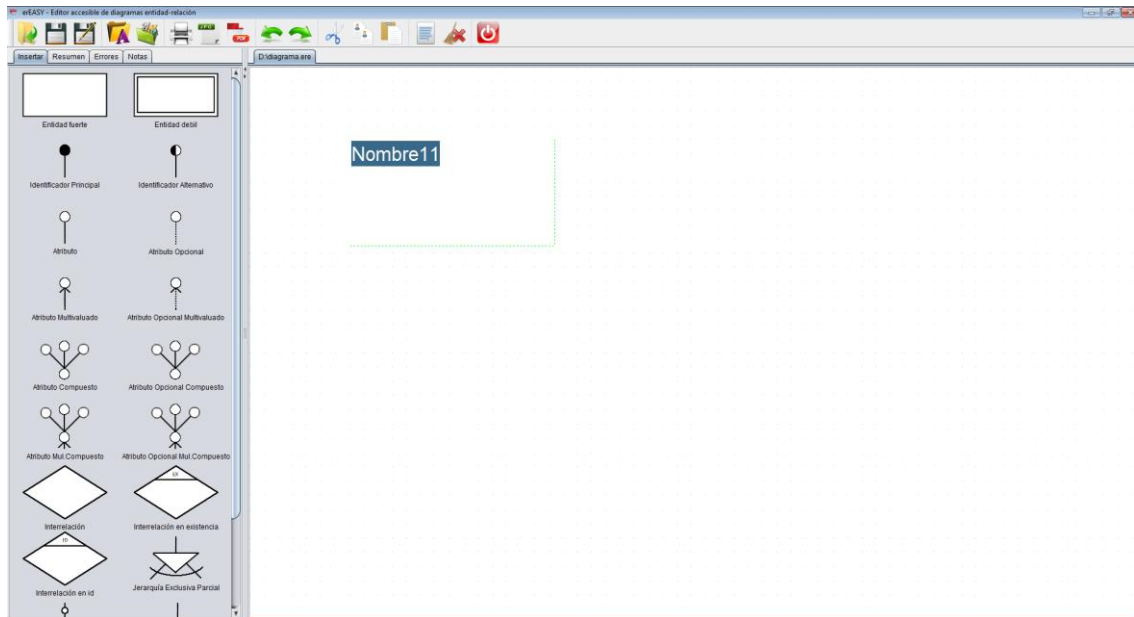


Ilustración 98: Campo de texto editable que se muestra al realizar doble-click en un elemento

Las conexiones entre entidades e interrelaciones vienen dadas por una **cardinalidad**, que denota la relación cuantitativa entre ambos elementos. Al introducir una relación de este tipo, la cardinalidad por defecto es de $N:M$ (de muchos a muchos), el cual es posible cambiar realizando el mismo proceso destinado al cambio de nombre explicado con anterioridad, efectuando un *doble-click* en etiqueta de la cardinalidad o en la arista asociada como se puede ver en la Ilustración 99.

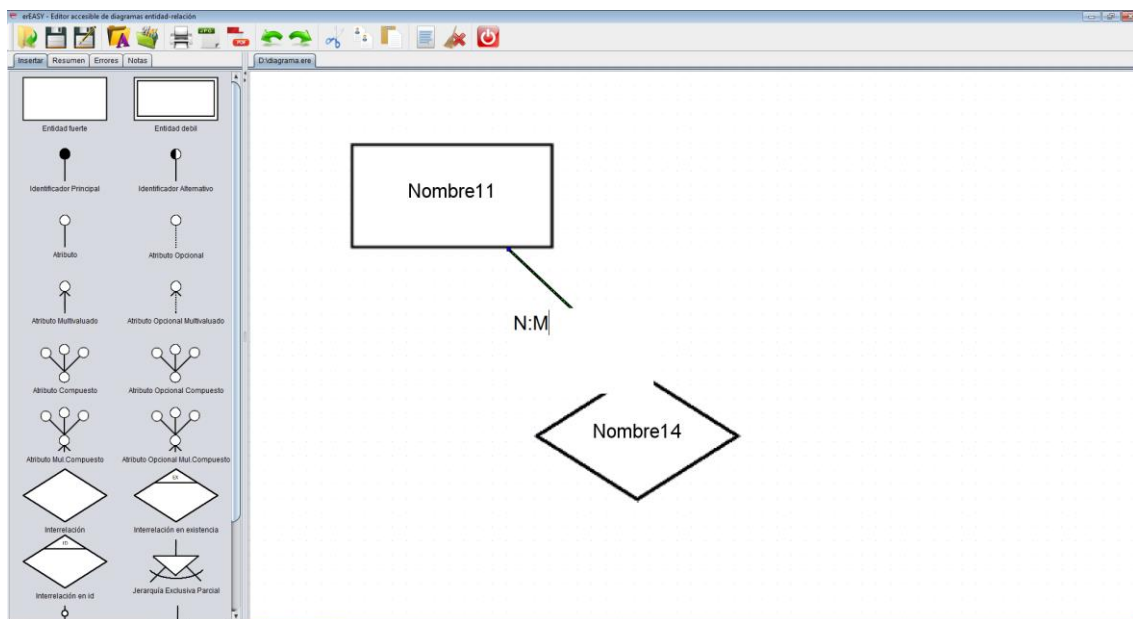


Ilustración 99: Campo de texto editable mostrado al realizar doble-click en una cardinalidad

Teóricamente, las cardinalidades posibles son: $1:N$, $1:1$, $N:1$ y $N:M$, por lo que si el usuario introduce otro tipo de los enumerados, el software informará del error y retornará al último valor correcto (ver Ilustración 100).

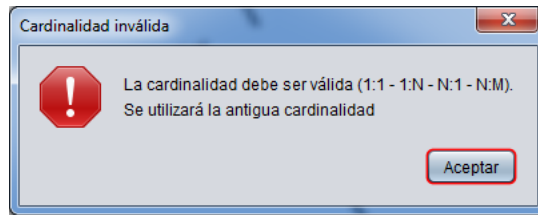


Ilustración 100: Información de error al introducir un tipo de cardinalidad errónea

Por otra parte, es posible **cambiar la posición de la etiqueta** que denota la cardinalidad, realizando una acción de “Arrastrar y Soltar” con el cuadrado amarillo que se encuentra en la parte inferior (ver Ilustración 101).

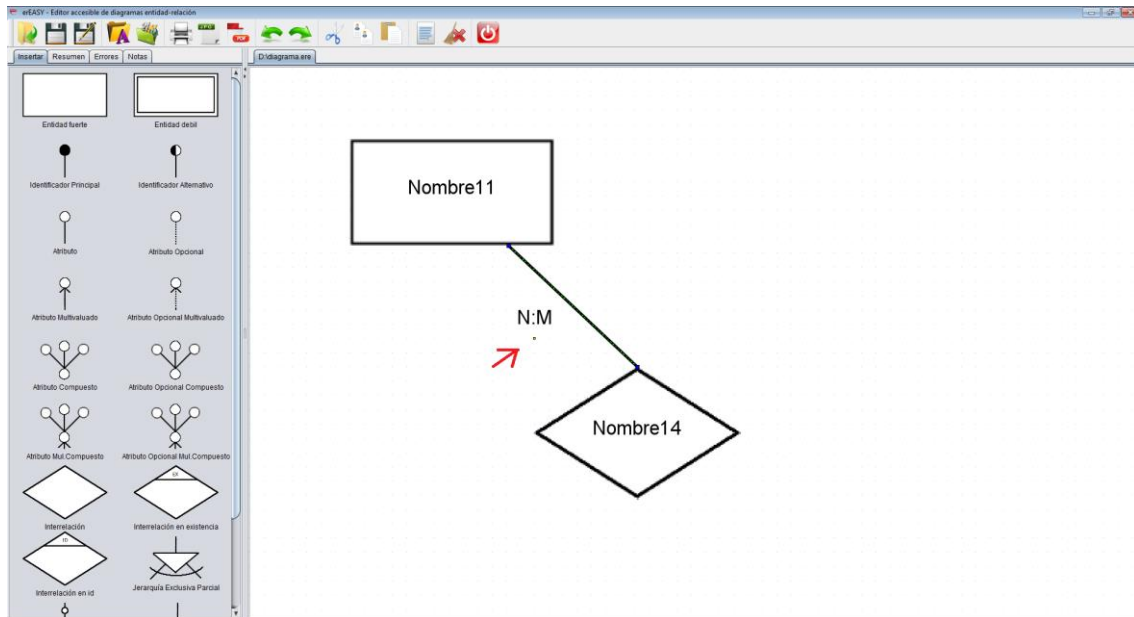


Ilustración 101: Cuadrado amarillo para mover la etiqueta con la cardinalidad

Además es importante indicar que se puede realizar la inserción de un elemento en el tapiz haciendo click en el elemento a insertar (o pulsando F1 –botón izquierdo del ratón por teclado-).

Si se desea cambiar el nombre a dicho elemento simplemente se debe pulsar encima de este elemento la tecla F3 y al finalizar la inserción del nuevo nombre pulsando F4.

Por último, se indica que para aumentar o disminuir la fuente de la letra empleada en la interfaz general se pulsarán las teclas INICIO para disminuir y FIN para aumentar.

5.3.2. Interfaz accesible

Si se realiza un estudio del estado de arte del dominio en lo que respecta a aplicaciones accesibles, se hace típico la incompatibilidad del uso de los mismos por usuario sin discapacidad, dado que habitualmente, las técnicas y herramientas de accesibilidad utilizadas incompatibilizan y entorpecen su uso por parte de usuarios sin discapacidad, es por ello que desde el punto de partida del desarrollo del programa se ha querido romper este tópico, pudiendo implementar un *editor robusto y potente* que perfectamente sea usable para las personas con discapacidad.

Todo ello ha llevado a crear un software con una *poderosa connotación accesible*, sin sacrificar un ápice su uso *dinámico y fluido* en estado normal, por lo que cualquier usuario, procedente de cualquier colectivo, será capaz de diseñar diagramas de la forma más intuitiva y simple posible.

Una vez explicado en puntos anteriores el uso por parte de usuarios sin discapacidad o con discapacidad poco acusada, para los cuales las *herramientas accesibles serán totalmente transparentes*, se procederá a redactar los útiles y controles destinados al colectivo de usuarios con discapacidad severa.

La accesibilidad ha sido dividida según el grado de discapacidad del usuario, discriminando entre un nivel de limitación: *bajo*, *medio* y un nivel *alto-muy alto* (incluyendo ceguera total o movilidad reducida).

5.3.2.1. Nivel de discapacidad bajo

Se han añadido una serie de útiles accesibles en la interfaz común para facilitar su uso por parte de personas con una discapacidad *muy baja-baja*.

En primer lugar, es posible manejar la aplicación al completo y realizar cualquier acción *sin necesidad de utilizar el ratón*, cuya implementación está diseñada para usuarios con problemas motores. En todo momento, el *foco del teclado* será mostrado para saber que objeto o elemento de la interfaz contiene dicho foco, el cual se mostrará con un cuadrado color rojo como se puede ver en la Ilustración 102.

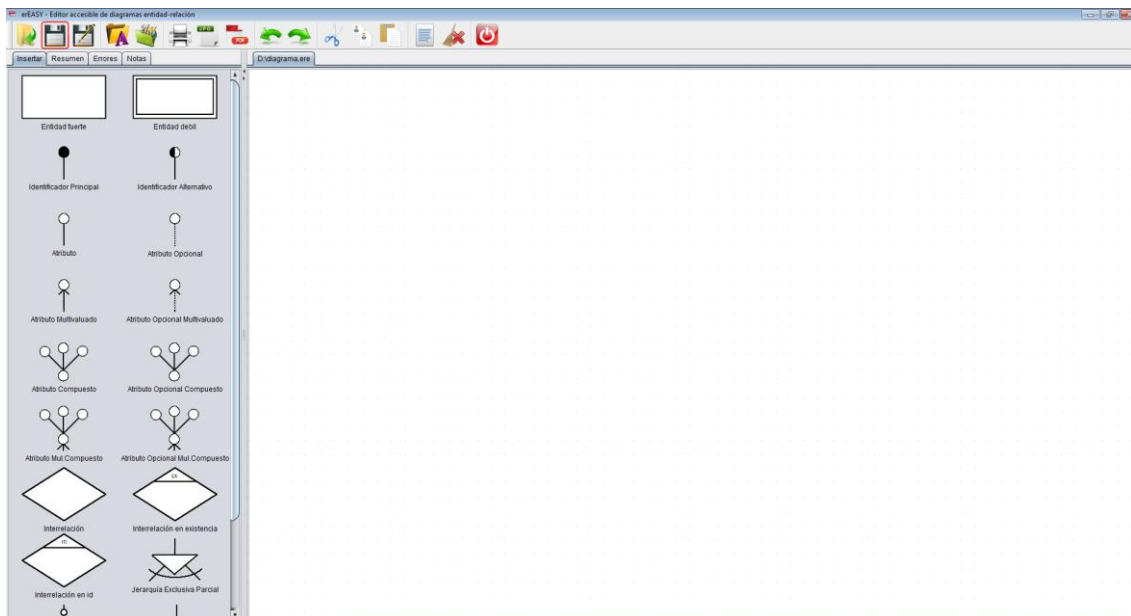


Ilustración 102: Foco del teclado situado en el botón de Guardar en la barra de herramientas

Una vez localizado el foco, se podrá navegar por la interfaz utilizando el botón *TAB*, el cual permitirá mover el foco del teclado de un grupo de elementos a otro (ver Ilustración 103). Dentro de estos grupos el modo de navegación será diferente:

- **Barra de herramientas:** En este grupo la navegación entre un botón y otro se realiza de forma estándar, utilizando de nuevo la tecla *TAB* para mover el foco.
- **Pestañas del panel izquierdo:** Una vez situado el foco en una de las pestañas, se usarán las flechas izquierda-derecha para navegar entre ellas. Es posible que se quiere introducir el foco en el contenido de una determinada pestaña:
 - *Resumen:* Una vez situado el foco en esta pestaña, se presionará la tecla *TAB* para introducirse en el contenido. Para navegar por el árbol jerárquico que muestra la información se utilizarán las siguientes teclas:

- *Flecha arriba/abajo*: Navega de forma ascendente o descendente por los nodos visibles del árbol.
- *Flecha izquierda/derecha*: Oculta o hace visible el nodo del árbol actual.

Para mover el foco hacia otro elemento se pulsará de nuevo la tecla TAB.

Notas: Al igual que en la pestaña anterior, se pulsará la tecla TAB para mover el foco al campo de texto con el contenido. Una vez dentro, si se desea mover el foco a otro elemento, se pulsará al mismo tiempo CTRL-TAB.

- **Pestaña del panel derecho**: Si este elemento tiene el foco del teclado, se pulsará la tecla de flecha abajo para introducirse en el diagrama.

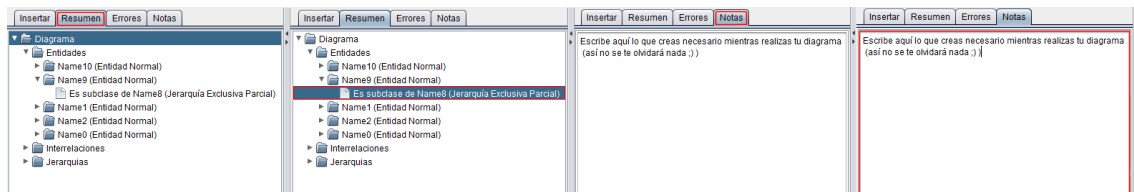


Ilustración 103: Movimiento del foco del teclado por las pestañas Resumen y Notas.

Por otro lado, también será visible el *foco del ratón* (ver Ilustración 104), para saber en todo momento donde se encuentra. Es posible que el usuario pierda el cursor y no denote su posición actual, pero se ha implementado un atajo de teclado **CTRL+Q**, el cuál situará el cursor del ratón en el centro de la pantalla, de esta forma el usuario nunca perderá la situación del mismo.

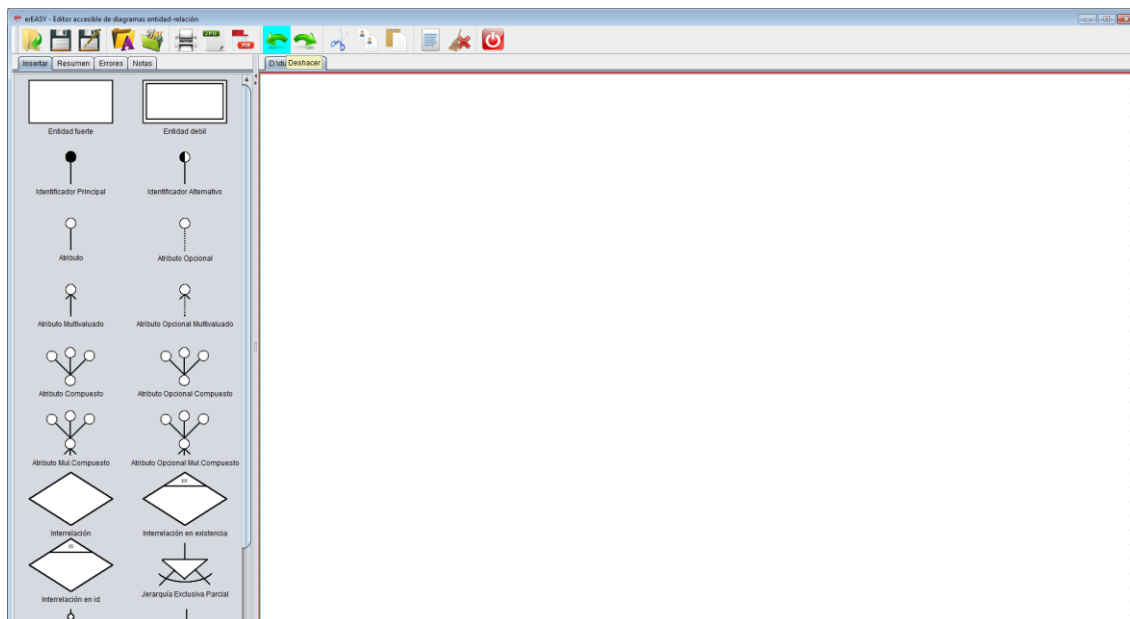


Ilustración 104: Foco del ratón situado en el botón Deshacer en la barra de herramientas, y foco del teclado situado en el tapiz

También se ha desarrollado una serie de *elementos emergentes* que informan del nombre del objeto donde se encuentra el cursor del ratón. Como se puede ver en la Ilustración 104, se ha desplegado el nombre *Deshacer* al situarse el foco encima del botón asociado.

Por último, si el usuario tiene algún tipo de discapacidad motora que le impide el uso del ratón, aunque anteriormente se ha comentado que existe la posibilidad de usar toda la aplicación solo con el teclado, es posible que dicho usuario quiera utilizar el cursor del ratón, para lo cual se ha implementado un sistema para *mover el cursor mediante el teclado*. Para ello se utilizarán las flechas del teclado

numérico (es obligatorio tener el *Bloq.Num* activado) para mover el cursor, y la tecla *F1* actuará como botón izquierdo y *F2* como botón derecho.

Para finalizar, existen numerosos *atajos de teclado* para facilitar el uso del programa, los cuales serán citados en el apartado *Atajos de teclado*.

5.3.2.2. Nivel de discapacidad medio

El apartado accesible para este nivel de discapacidad está compuesto de una serie de *subventanas* que realizan cualquier acción descrita en el apartado *Interfaz General*, todas ellas diseñadas con los parámetros adecuados para el uso por parte del colectivo de usuarios con discapacidad. Estas ventanas son accedidas mediante atajos de teclado, los cuales son descritos en el apartado *Atajos de teclado*.

Para este grado de discapacidad, el problema fundamental en la mayoría de interfaces para uso común es el *tipo de contraste y fuente de letra* utilizada. Para la implementación de una interfaz que se denote accesible es imprescindible que su lectura sea fácil para el colectivo en cuestión, por lo que se ha utilizado un contraste adecuado para ello, especificando un fondo negro con el contenido en color blanco, lo que hace fácilmente reconocible la información incluida. Del mismo modo se ha procedido a diseñar una fuente totalmente apropiada para el asunto, con un estilo agradable y un tamaño grande.

Para la *inserción de elementos* se utilizará la pantalla descrita en la Ilustración 105, en la cual se expone un texto informativo y los botones correspondientes según el elemento que se quiere insertar. Se puede observar cómo, en las ventanas accesibles que se describirán en este apartado, se encuentra implementado el seguimiento del foco del teclado y ratón descritos en el apartado anterior. Para facilitar aún más el reconocimiento del foco del teclado, la fuente de todo elemento que lo contenga será transformado a *negrita*.

Como se ha comentado anteriormente, se puede observar como la fuente utilizada tiene el tamaño adecuado para ser estudiada por un usuario con problemas de visión, y del mismo modo, se ha utilizado un contraste óptimo, con un fondo de ventana negro en contraposición de una fuente de color blanco para los elementos. Todas estas especificaciones *siguen rigurosamente las reglas y pautas oficiales* para contenido informático accesible destinado a usuarios con algún tipo de discapacidad o discapacidad visual. Por otro lado, cualquier objeto dentro de una pantalla accesible, ya sea campo o texto en sí, está implementado para mostrar un texto emergente con la información adecuada si el cursor se sitúa encima de ellos (similar a lo utilizado en la interfaz general).

Del mismo modo que ocurría en la interfaz general, el usuario podrá realizar cualquier tarea con las ventanas accesibles *sin necesidad de utilizar el ratón*, únicamente haciendo uso del teclado o periférico externo para dicho fin.

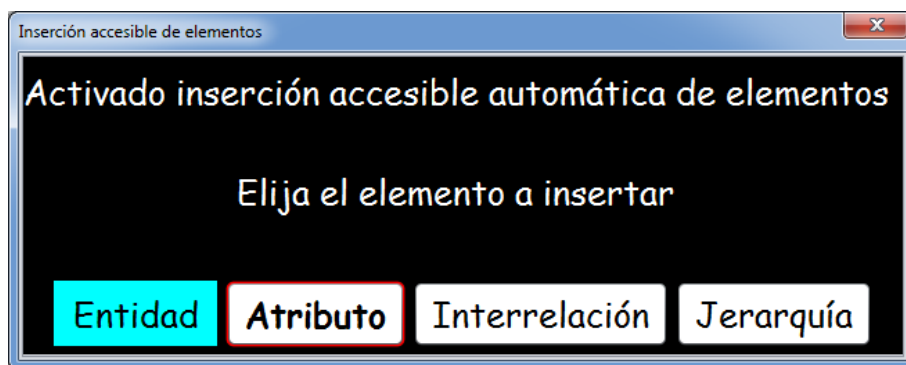


Ilustración 105: Pantalla accesible para la inserción de elementos. El color azul indica el foco de ratón y lo rojo el de teclado.

El usuario podrá decidir el elemento a insertar, haciendo *click* en el botón asociado o presionando las teclas *E*, *A*, *I* o *J* para insertar una entidad, atributo, interrelación o jerarquía respectivamente.

La Ilustración 106 muestra la pantalla accesible si el usuario decide la **inserción de una entidad**. En ella, se deberá introducir el nombre en el campo de texto asociado, y elegir el tipo de entidad de las disponibles en el menú desplegable. Estos tipos de menús usados en las ventanas accesibles han sido implementados para poder realizar la elección mediante teclado, llevando el foco al mismo y navegando en su contenido mediante las flechas *arriba-abajo*.

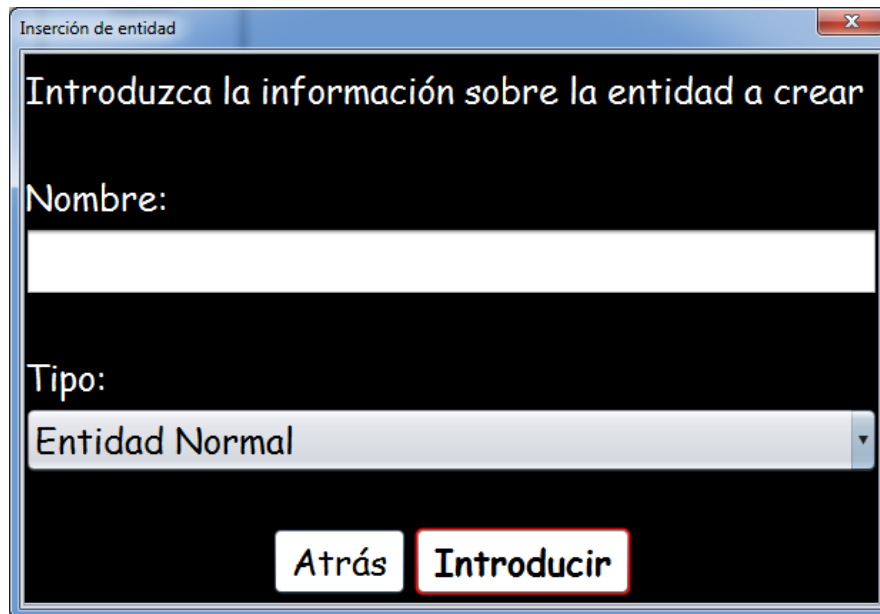


Ilustración 106: Pantalla accesible para la inserción de una entidad

Para evitar problemas y errores por parte del usuario, las ventanas accesibles han sido asociadas con **detección de errores**, informándole de cualquier tipo de contratiempo ocurrido en la ejecución como se puede ver en la Ilustración 107 y 108.

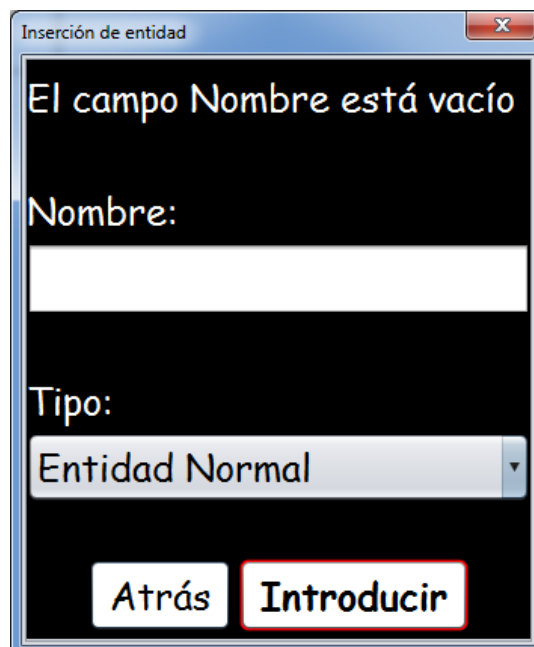


Ilustración 107: Error al no introducir un nombre

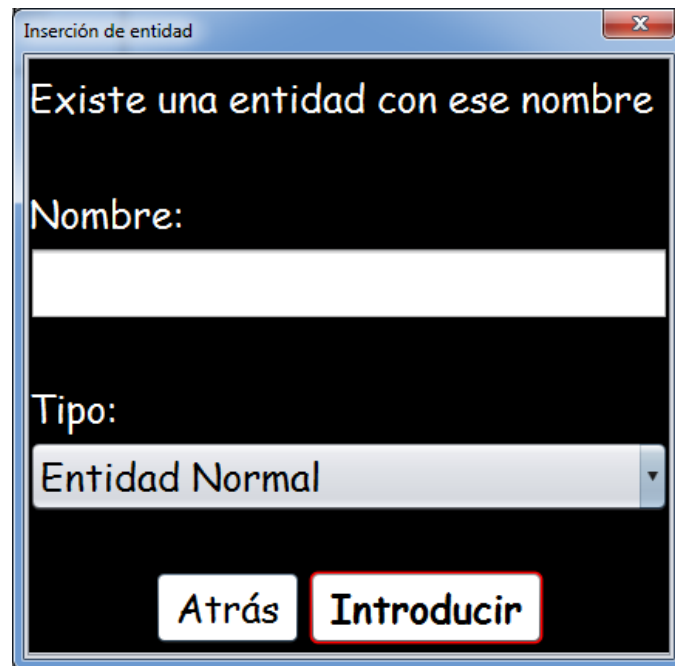


Ilustración 108: Error si ya existe una entidad con el mismo nombre

Una vez configurada la futura entidad correctamente, el usuario deberá pulsar sobre el botón *Introducir*, o en su defecto, pulsar la tecla *FIN* para realizar la inserción. También es posible volver a la ventana de inserción de elementos utilizando el botón *Atrás* o la tecla *INICIO*. Finalmente, se puede cerrar la ventana pulsando el botón estándar o con la tecla *ESC*. Esta configuración de botones y teclas de navegación son utilizadas por el resto de pantallas accesibles de inserción de elementos.

La Ilustración 109 describe la pantalla de *inserción de una interrelación*, donde el usuario deberá introducir el nombre en el campo de texto asociado, y elegir las opciones disponibles para el tipo y las entidades asociadas.

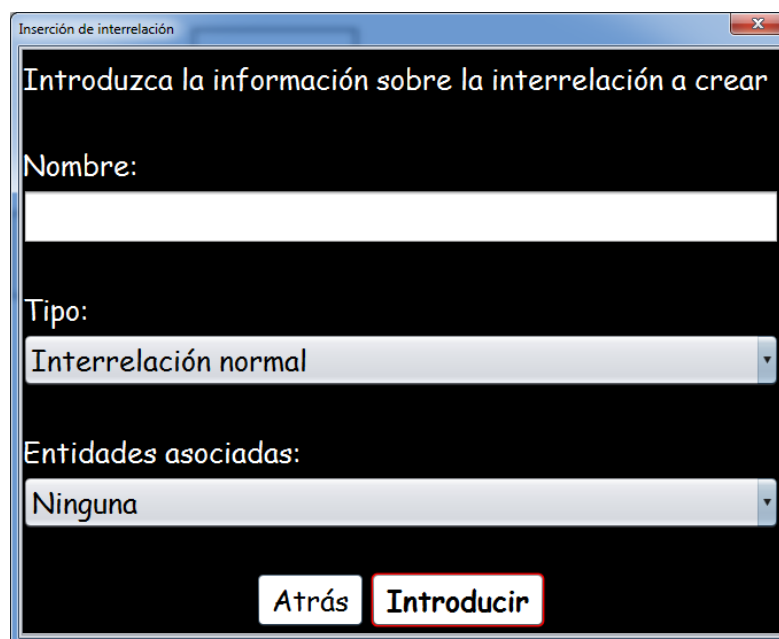


Ilustración 109: Pantalla accesible para la inserción de una interrelación

En este caso, el campo *Entidades asociadas* permite la elección de varias opciones, por lo que el usuario podrá indicarlo seleccionando en ellas manualmente, o en caso del único uso del teclado, deberá

de posicionar el foco en el elemento y con la tecla *flecha abajo* elegir la combinación de entidades deseadas (ver Ilustración 110).

Ilustración 110: Menú despegable con opción múltiple

Al igual que en los casos anteriores, existe un proceso de *detección de fallos* informando al usuario de lo ocurrido (ver Ilustración 111 y 112).

Ilustración 111: Error al introducir una interrelación sin nombre

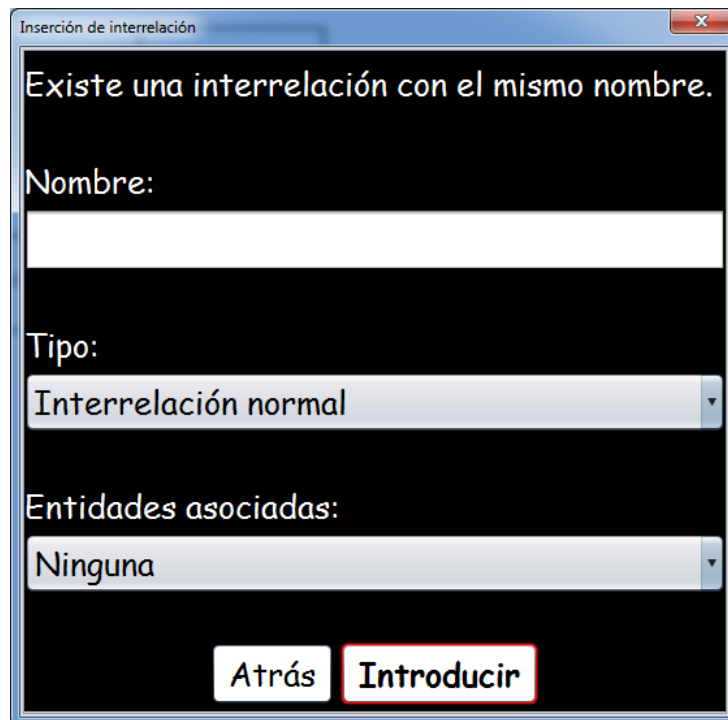


Ilustración 112: Error si ya existe una interrelación con el mismo nombre

Si se desea realizar la inserción, el usuario deberá pulsar sobre el botón *Introducir*, o en su defecto, pulsar la tecla *FIN* para realizar a cabo la acción (ver Ilustración 112). También es posible volver a la ventana de inserción de elementos utilizando el botón *Atrás* o la tecla *INICIO*. Finalmente, se puede cerrar la ventana pulsando el botón estándar o con la tecla *ESC*.

El usuario será capaz de **introducir atributos y relacionarlos** con algún elemento ya existente a través de la siguiente pantalla (ver Ilustración 113).

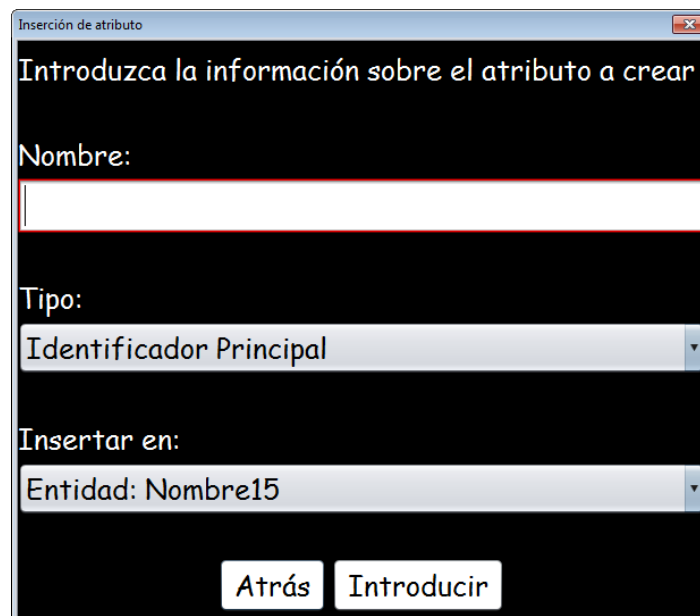
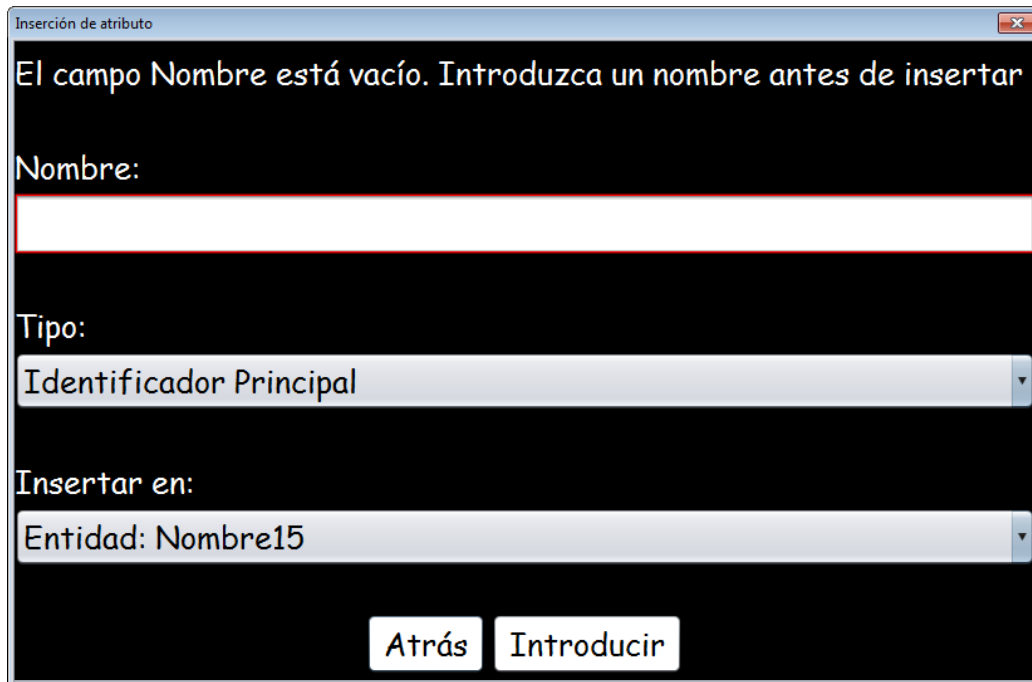


Ilustración 113: Pantalla accesible para la inserción de un atributo

En este caso, se deberá de rellenar el campo con el nombre elegido, así como indicar el tipo de atributo y el elemento donde será insertado. En el campo *Insertar en* se especificará, para información del usuario, el tipo y nombre del futuro objeto destinatario. Del mismo modo que en casos anteriores, se ha

establecido un *control de errores*, aunque en este caso es más amplio, puesto que en la propuesta teórica del Modelo Entidad/Interrelación no es posible insertar más de un identificador principal o alternativo por elemento (ver Ilustración 114, 115, 116 y 117).



Inserción de atributo

El campo Nombre está vacío. Introduzca un nombre antes de insertar

Nombre:

Tipo:

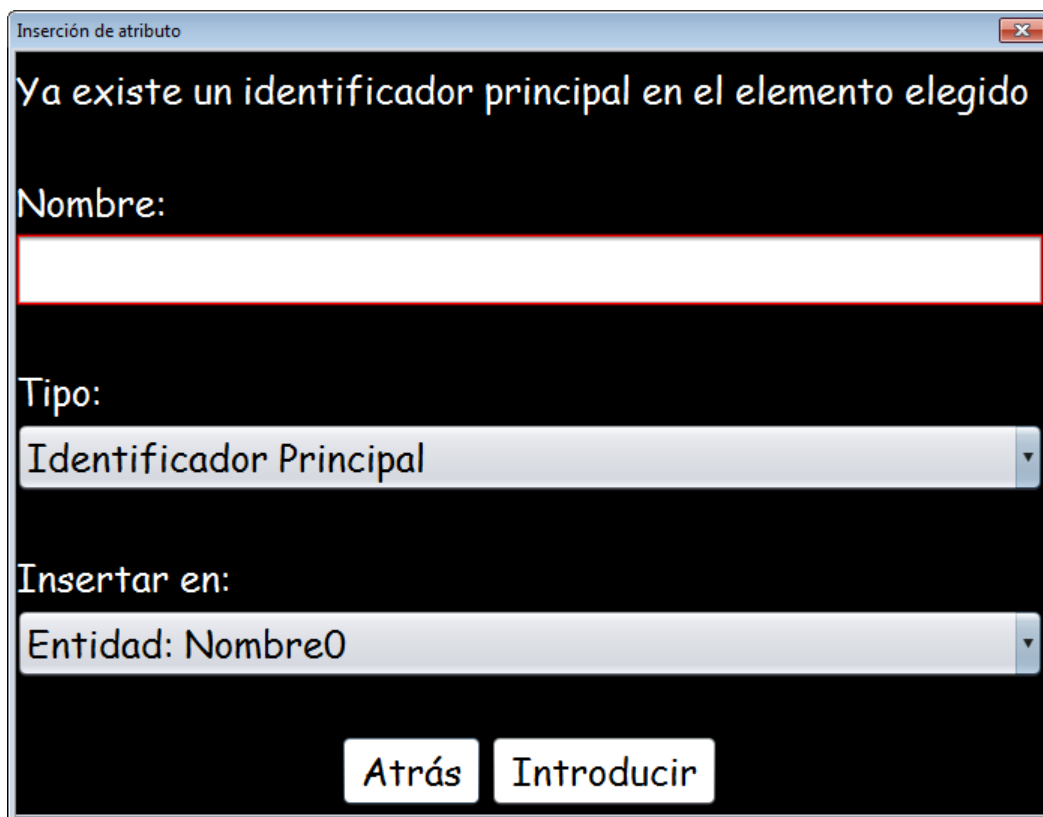
Identificador Principal

Insertar en:

Entidad: Nombre15

Atrás Introducir

Ilustración 114: Error al introducir un nombre vacío.



Inserción de atributo

Ya existe un identificador principal en el elemento elegido

Nombre:

Tipo:

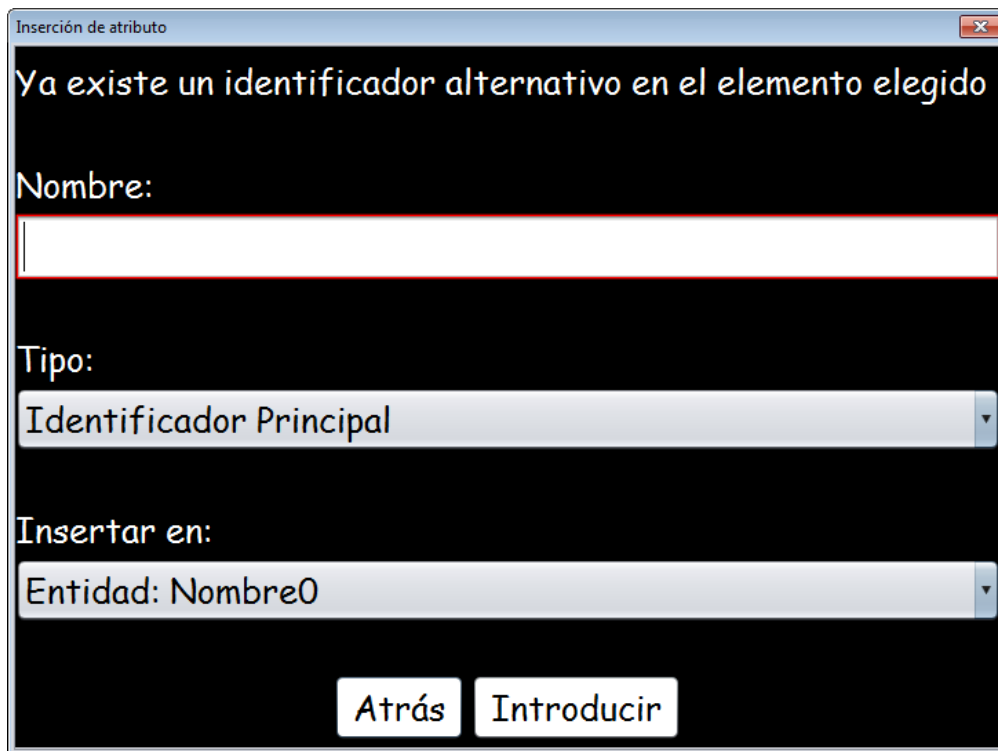
Identificador Principal

Insertar en:

Entidad: Nombre0

Atrás Introducir

Ilustración 115: Error al intentar introducir otro identificador principal



Inserción de atributo

Ya existe un identificador alternativo en el elemento elegido

Nombre:

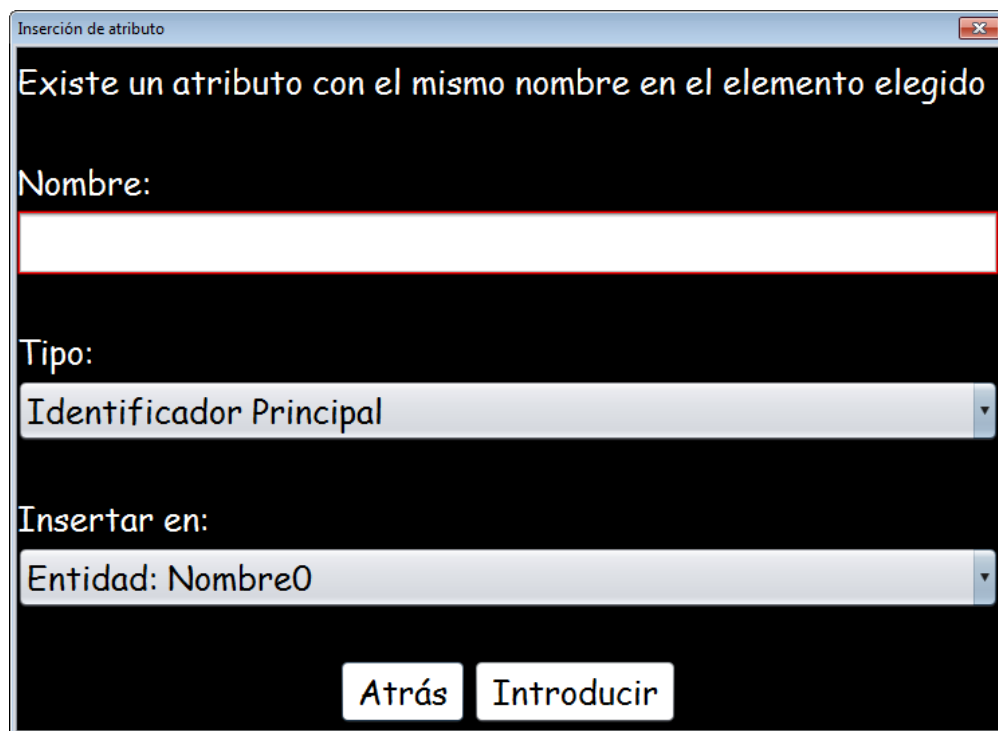
Tipo:

Identificador Principal

Insertar en:

Entidad: Nombre0

Atrás Introducir

Ilustración 116: Error al intentar introducir otro identificador secundario

Inserción de atributo

Existe un atributo con el mismo nombre en el elemento elegido

Nombre:

Tipo:

Identificador Principal

Insertar en:

Entidad: Nombre0

Atrás Introducir

Ilustración 117: Error al introducir un nombre de atributo ya existente

Para finalizar la inserción, el usuario deberá de pulsar sobre el botón Introducir, o en su defecto, pulsar la tecla FIN para realizar a cabo la acción. También es posible volver a la ventana de inserción de elementos utilizando el botón Atrás o la tecla INICIO. Finalmente, se puede cerrar la ventana pulsando el botón estándar o con la tecla ESC.

Será posible *insertar una jerarquía* de forma accesible, con la pantalla que se muestra en la Ilustración 118).

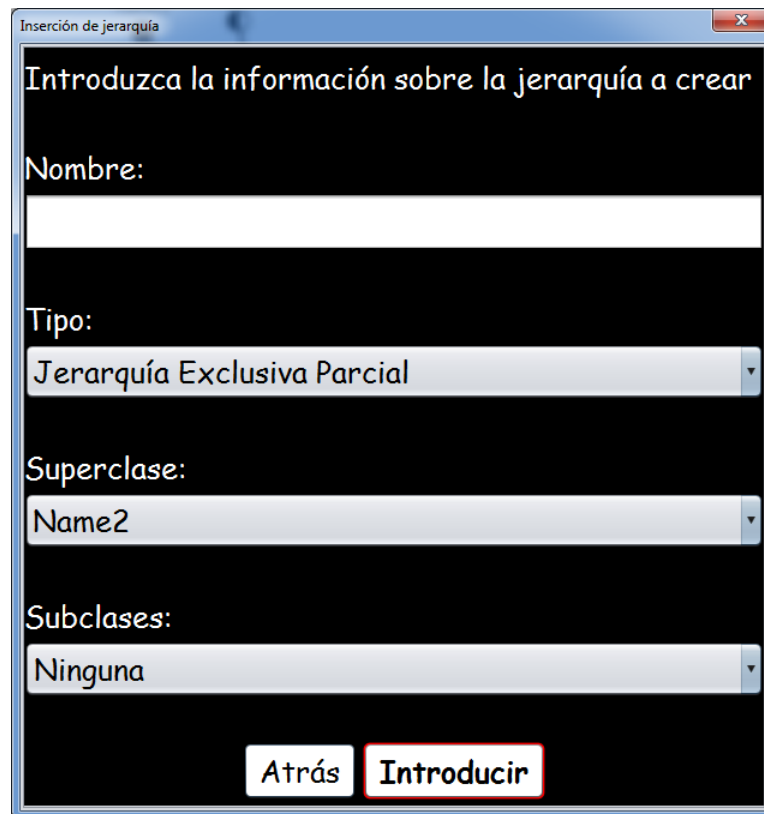


Ilustración 118: Pantalla accesible para la inserción de una jerarquía

En ella se deberá introducir el nombre en el campo asociado, así como elegir el tipo de jerarquía. Por otra parte, será opcional la asignación de una superclase o una lista de subclases de las entidades disponibles. La **detección de errores** es similar a las anteriores, aunque añadiendo la premisa teórica que imposibilita relacionar una entidad a una jerarquía como subclase y superclase al mismo tiempo (ver Ilustración 119, 120 y 121).

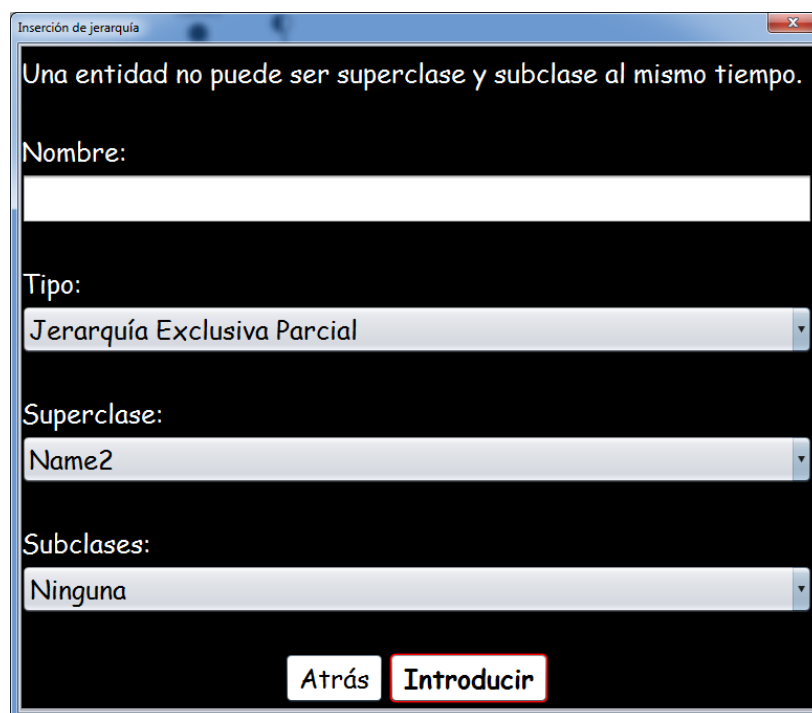
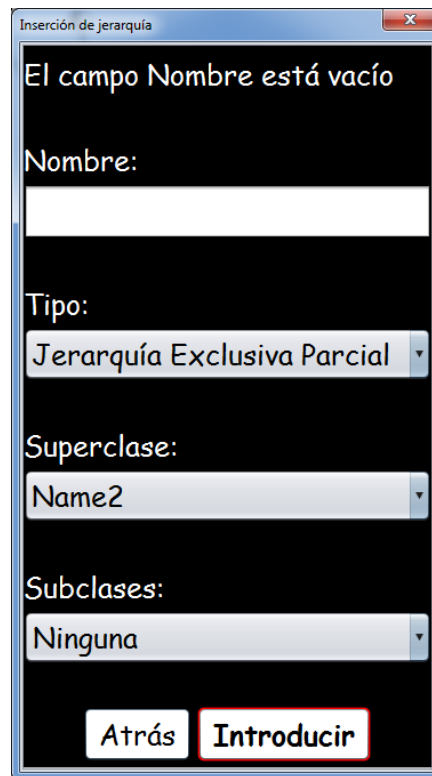


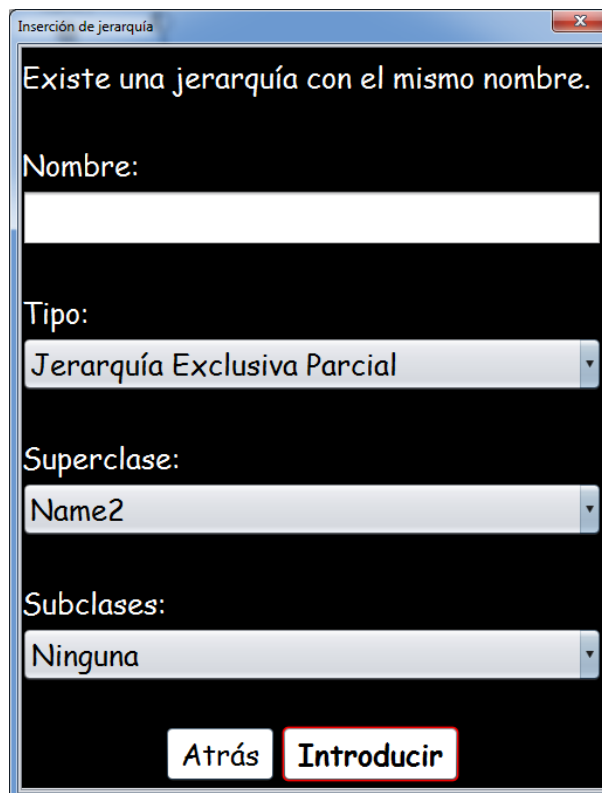
Ilustración 119: Error al introducir una jerarquía con una entidad superclase y subclase al mismo tiempo



The screenshot shows a dialog box titled "Inserción de jerarquía". It contains the following fields and controls:

- A message box at the top stating "El campo Nombre está vacío".
- A label "Nombre:" followed by an empty text input field.
- A label "Tipo:" followed by a dropdown menu showing "Jerarquía Exclusiva Parcial".
- A label "Superclase:" followed by a dropdown menu showing "Name2".
- A label "Subclases:" followed by a dropdown menu showing "Ninguna".
- At the bottom, two buttons: "Atrás" and "Introducir".

Ilustración 120: Error al introducir un nombre de jerarquía vacío



The screenshot shows the same "Inserción de jerarquía" dialog box, but with a different error message: "Existe una jerarquía con el mismo nombre.".

- The message box at the top states "Existe una jerarquía con el mismo nombre.".
- The "Nombre:" field is empty.
- The "Tipo:" dropdown shows "Jerarquía Exclusiva Parcial".
- The "Superclase:" dropdown shows "Name2".
- The "Subclases:" dropdown shows "Ninguna".
- The "Atrás" and "Introducir" buttons are at the bottom.

Ilustración 121: Error al introducir un nombre de jerarquía ya existente

Para insertar la jerarquía configurada, el usuario deberá pulsar sobre el botón *Introducir*, o en su defecto, pulsar la tecla *FIN* para realizar a cabo la acción. También es posible volver a la ventana de inserción de elementos utilizando el botón *Atrás* o la tecla *INICIO*. Finalmente, se puede cerrar la ventana pulsando el botón estándar o con la tecla *ESC*.

Por otra parte, es posible que existan en el diagrama atributos sin vincular. El usuario podrá *unir dichos atributos* mediante la pantalla que se muestra en la Ilustración 122), donde deberá especificar el atributo a unir y el destino elegido. La conexión se realizará pulsando el botón asociado o pulsando la tecla *FIN*.

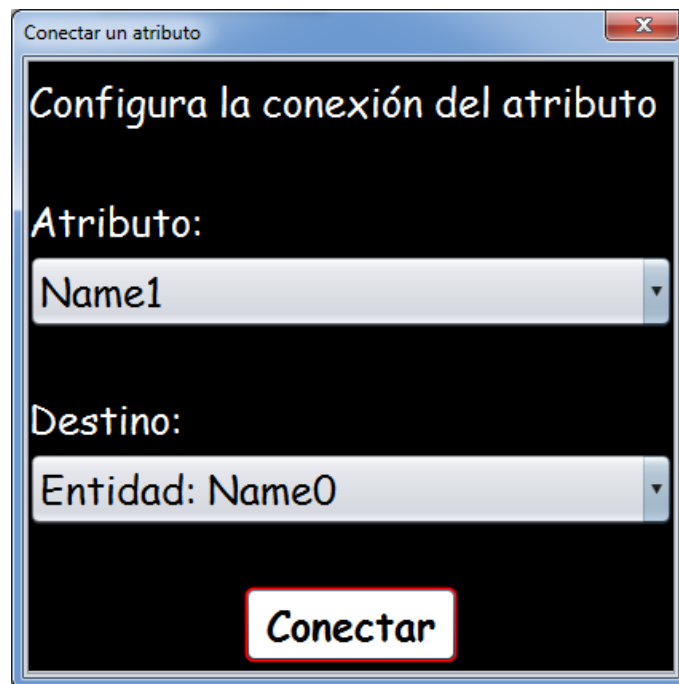


Ilustración 122: Pantalla accesible para la conexión de un atributo

Como cualquier pantalla accesible anterior, es posible que el usuario intente acciones no acordes a la teoría del modelado, lo cual queda controlado con las siguientes *pantallas de error* (ver Ilustración 123, 124 y 125).

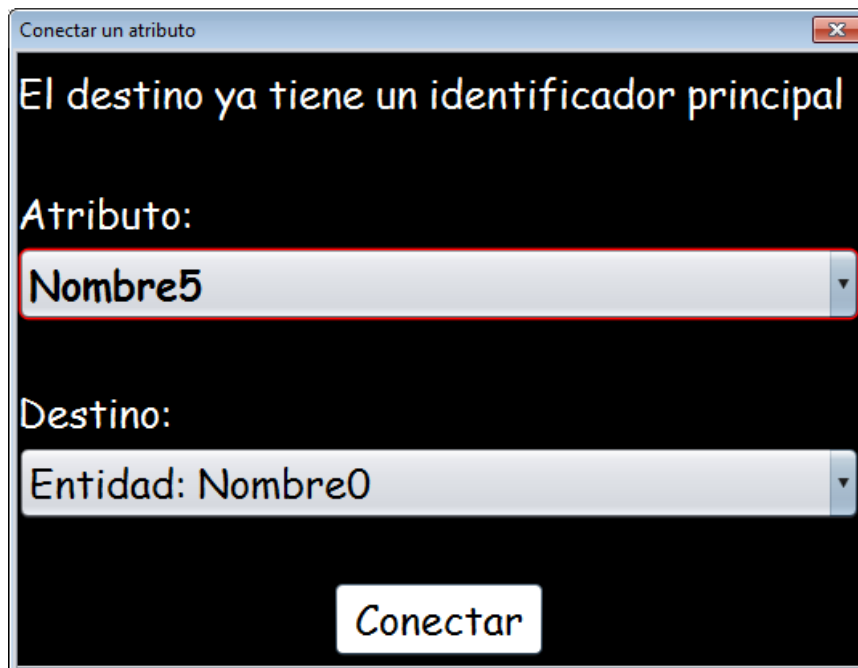


Ilustración 123: Error al intentar introducir otro identificador principal

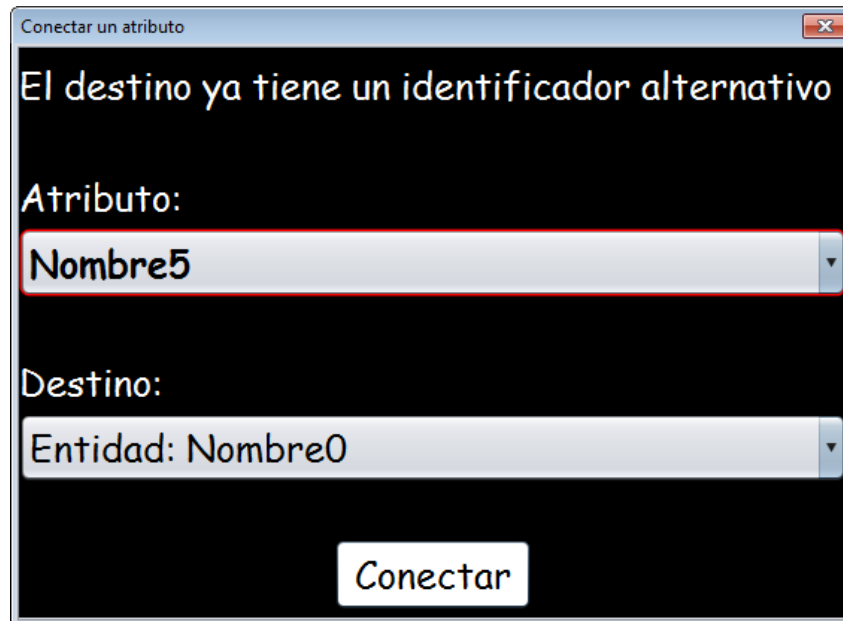


Ilustración 124: Error al intentar introducir otro identificador secundario

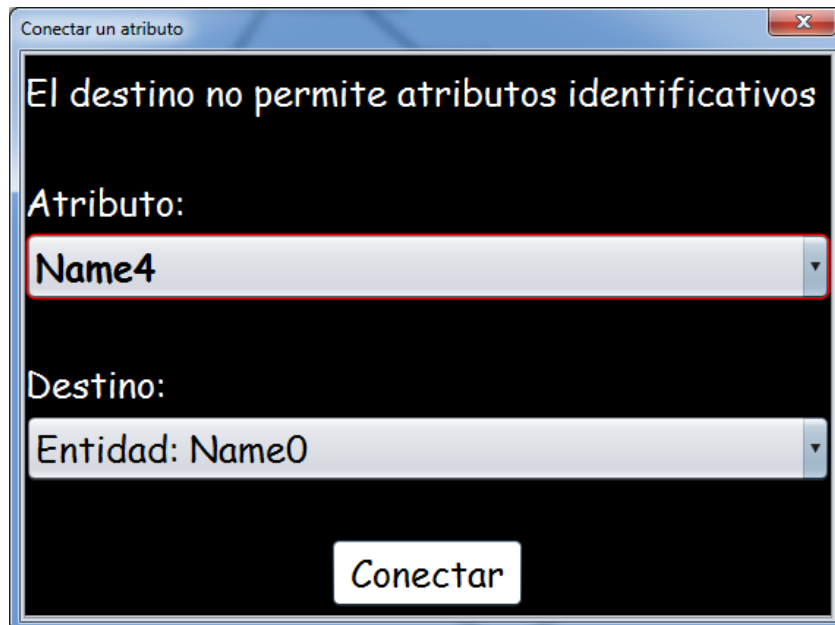


Ilustración 125: Error al intentar introducir un atributo identificativo en un destino inapropiado

Es posible que el usuario intente conectar atributos sin que estos existan en el diagrama, o sin existir ningún elemento destinatario de la unión. Para ello se ha implementado los avisos visuales que se ven en las Ilustraciones 126 y 127). Para cerrar la pantalla se pulsará el botón estándar o la tecla *FIN*.

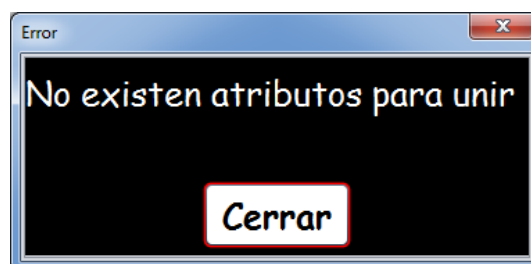


Ilustración 126: Error si no existen atributos en el diagrama

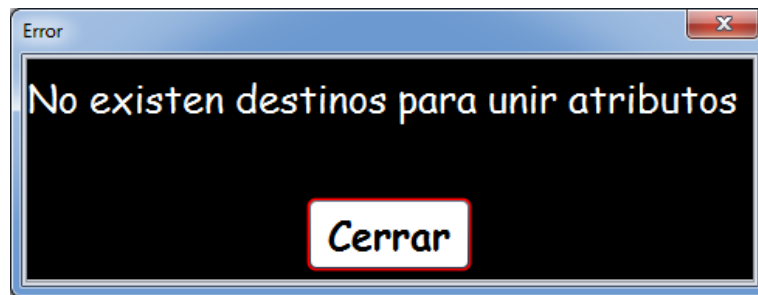


Ilustración 127: Error si no existen destinos para realizar una unión

Otras pantallas accesibles incluidas en el software sirven para **conectar entidades con interrelaciones** ya insertadas, en ellas, el usuario deberá elegir la interrelación origen y las entidades destino. La asociación se llevará a cabo pulsando el botón asociado o la tecla *FIN*. Las Ilustraciones 128, 129, 130, 131 y 132 describen este módulo, incluyendo las pantallas de **control de errores**.

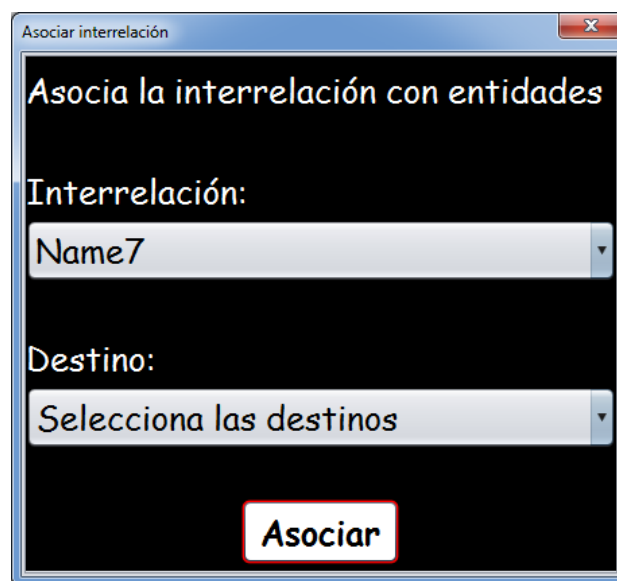


Ilustración 128: Pantalla accesible para la conexión de interrelaciones

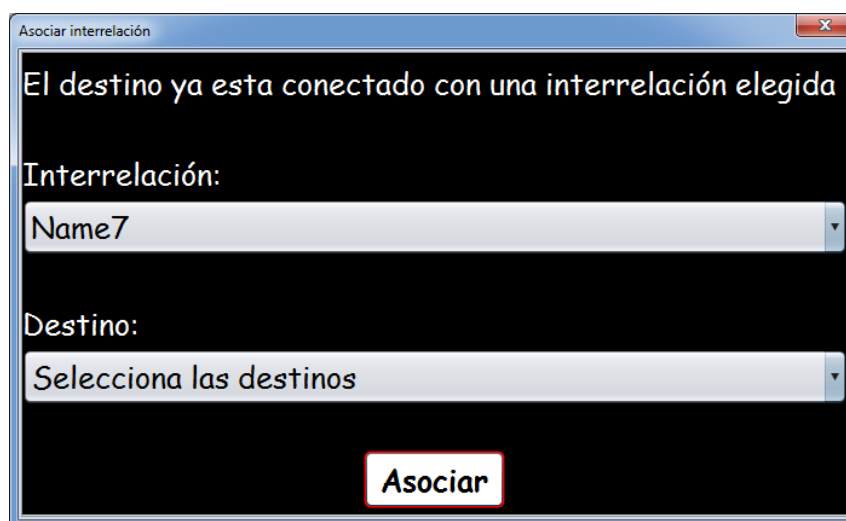


Ilustración 129: Error al intentar unir con una interrelación una entidad ya unida

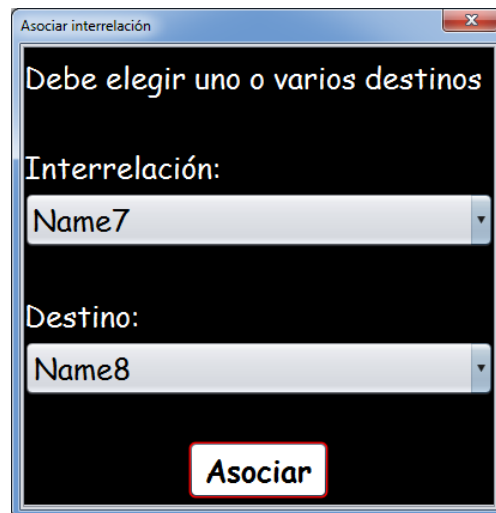


Ilustración 130: Error al intentar realizar una conexión vacía con una interrelación

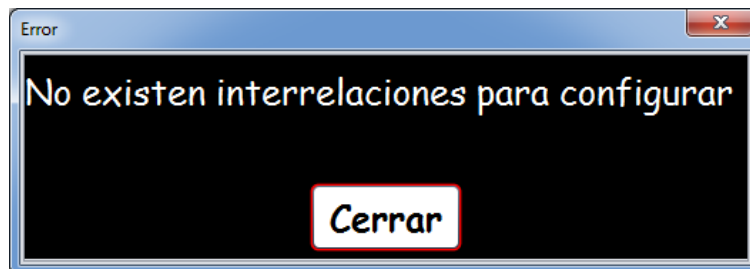


Ilustración 131: Error al intentar relacionar interrelaciones inexistentes

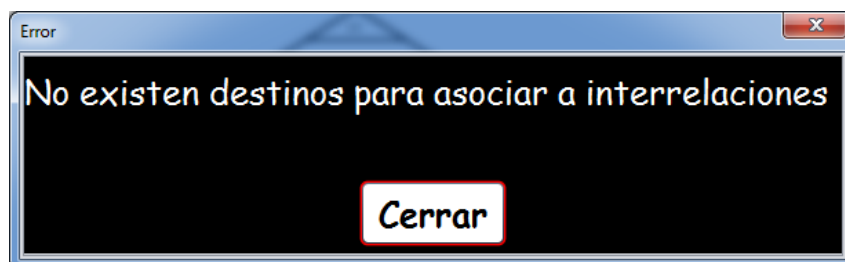


Ilustración 132: Error al intentar relacionar una interrelación sin existir destinatarios

Por otro lado, el usuario será capaz de **configurar las jerarquías** incluidas en el diagrama (ver Ilustración 133). Como se denota teóricamente, una jerarquía tiene una superclase asociada y dos o más subclases. Por ello, con la ventana siguiente, se ofrece al usuario la posibilidad de elegir cuál de las dos opciones quiere realizar. Para configurar una superclase, se deberá de utilizar el botón indicado, o en su defecto, pulsar la tecla *1*. Por otro lado, si lo deseado es vincular una subclase, además del botón asociado, es posible realizar la acción utilizando a tecla *2*.

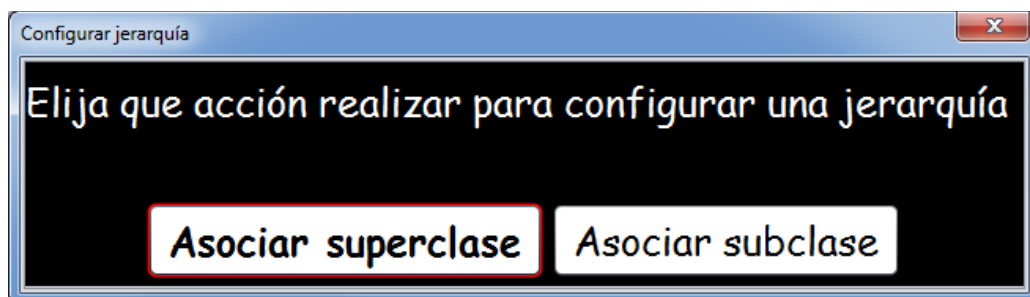


Ilustración 133: Pantalla accesible para configurar una jerarquía

Una vez seleccionada la acción a realizar, se mostrarán, para su configuración, las pantallas que se muestran en las Ilustraciones 134, 135, 136, 137 y 138, incluyendo los *mensajes informativos* en caso de error. Se utilizarán los botones adecuados para finalizar la petición, o las teclas *INICIO* o *FIN* para volver atrás o ejecutar la acción respectivamente. También será posible cerrar cualquier pantalla y finalizar el proceso pulsando el botón estándar para cierre o con la tecla *ESC*.

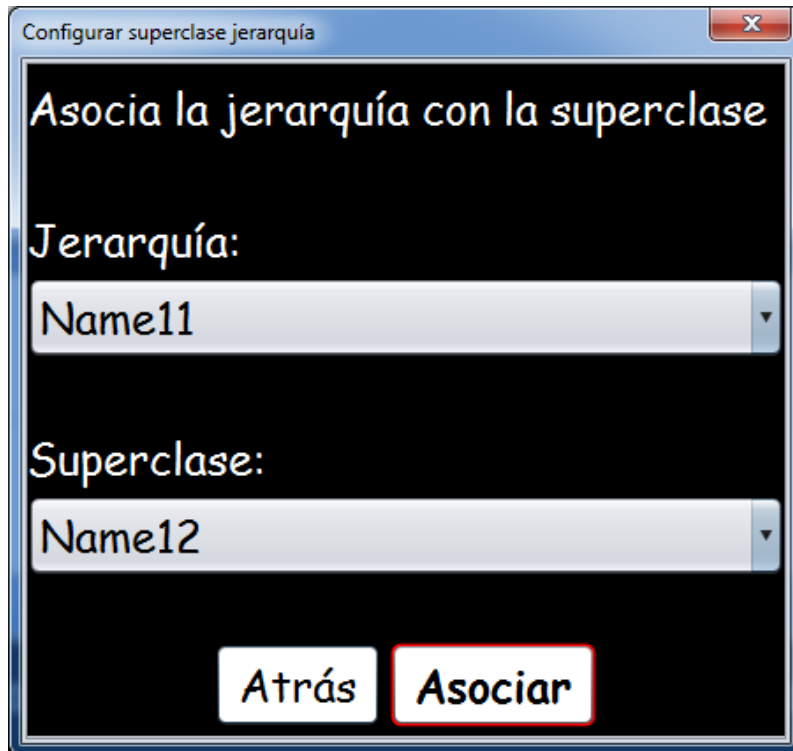


Ilustración 134: Pantalla accesible para configurar la superclase de una jerarquía

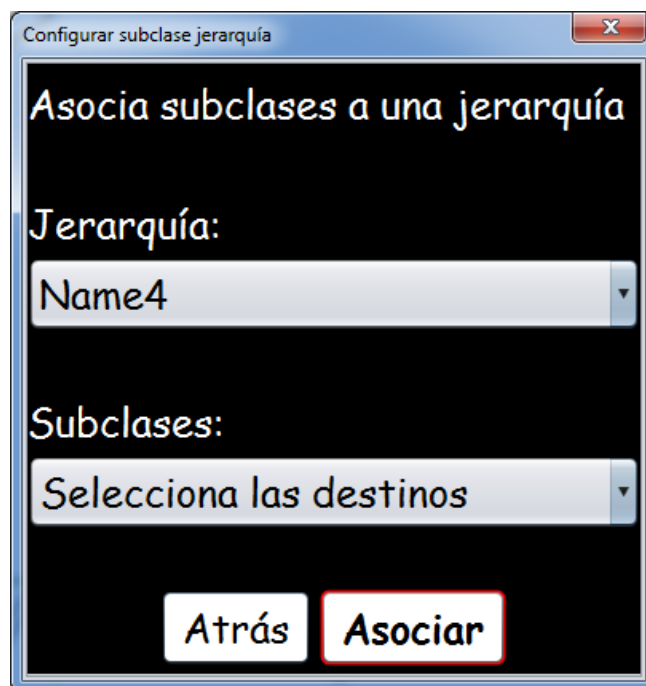


Ilustración 135: Pantalla accesible para configurar las subclases de una jerarquía

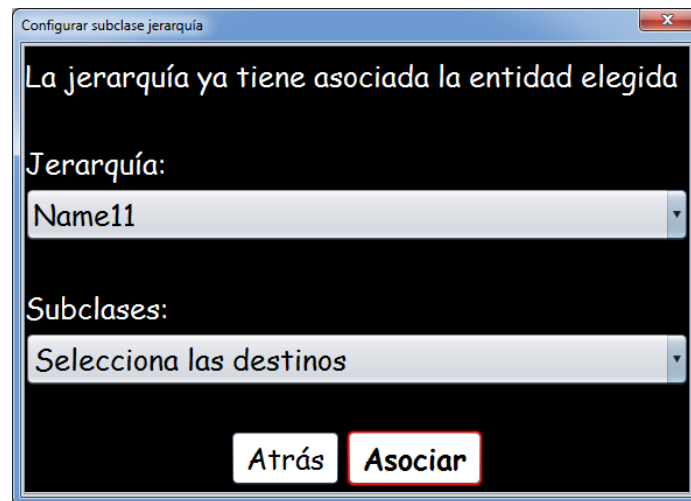


Ilustración 136: Error al intentar configurar una subclase de una jerarquía con una entidad ya vinculada

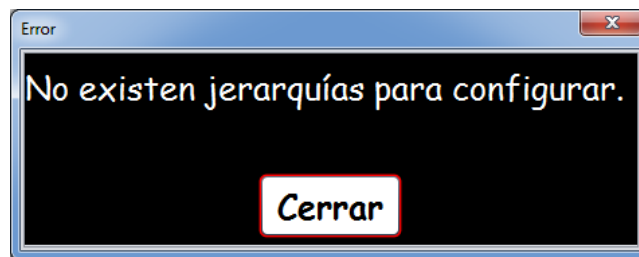


Ilustración 137: Error al intentar configurar una jerarquía inexistente

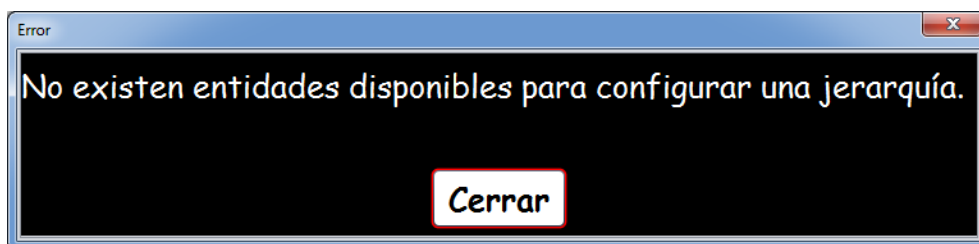


Ilustración 138: Error al intentar configurar una jerarquía sin entidades destino

Por otra parte, es posible que el usuario desee **desvincular o desunir dos elementos** ya asociados (ver Ilustración 139 y 140). Esta acción se podrá llevar a cabo fácilmente con la siguiente pantalla, donde se deberá elegir el elemento origen al que desea desvincular algún elemento. Una vez elegido, se pulsará el botón asociado o la tecla *FIN*. Esto llevará a otra pantalla donde se listarán todos los elementos unidos al elegido, donde el usuario seleccionará el objeto que desea desunir.

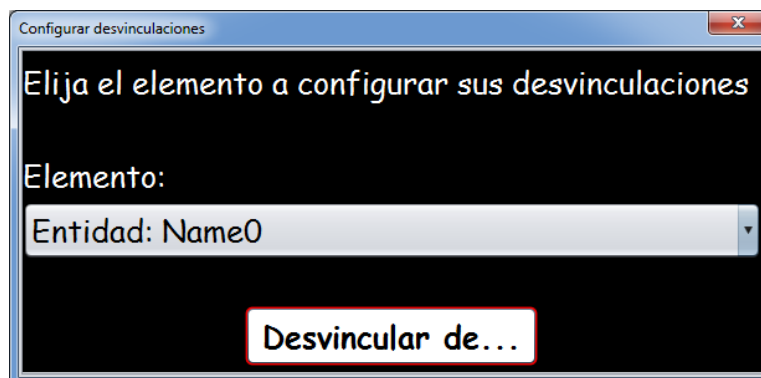


Ilustración 139: Pantalla de selección del elemento al que desvincular otro

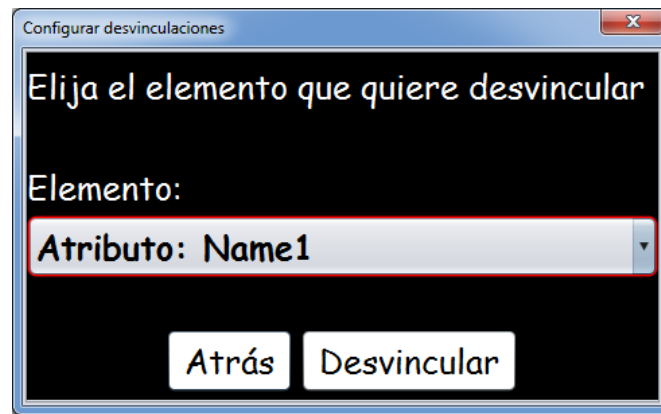


Ilustración 140: Pantalla de selección del elemento a desvincular

Para hacer efectiva la desunión, se pulsará de nuevo el botón asociado o la tecla *FIN*. Como en casos anteriores, es posible cerrar cualquier pantalla y finalizar el proceso con el botón de cierre estándar o la tecla *ESC*.

Es posible que el usuario caiga en el error e intente realizar el proceso sin existir ningún elemento unido en el diagrama. Este caso ha sido recogido y controlado por la pantalla que se observa en la Ilustración 141.

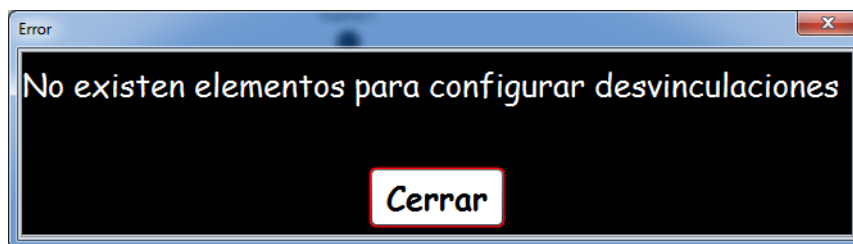


Ilustración 141: Pantalla de error de selección del elemento a desvincular

Una vez se han insertado elementos, el usuario será capaz de **renombrarlos**, utilizando la pantalla de la Ilustración 142, dónde deberá introducir el nuevo nombre y elegir el elemento objeto del cambio. Una vez decidido el nuevo nombre, se deberá pulsar el botón asociado, o en su defecto, utilizar la tecla *FIN*. Como en cualquiera otra pantalla accesible, se podrá abortar el proceso y cerrar la ventana pulsando la tecla *ESC* o utilizando el botón de cierre estándar.

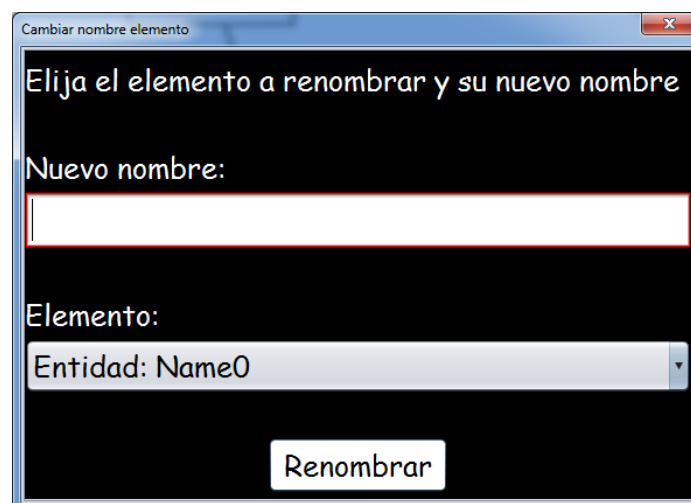
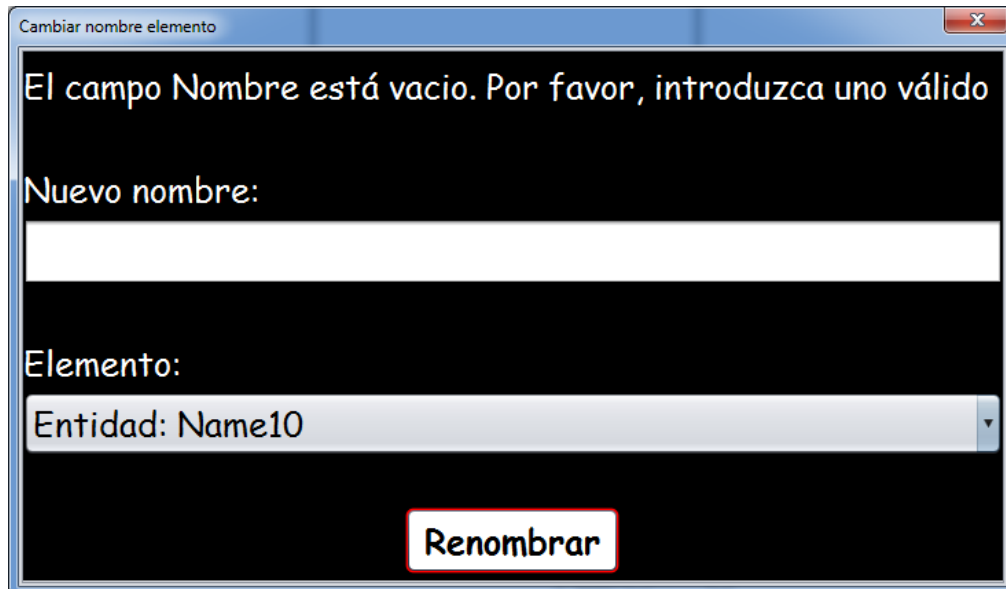


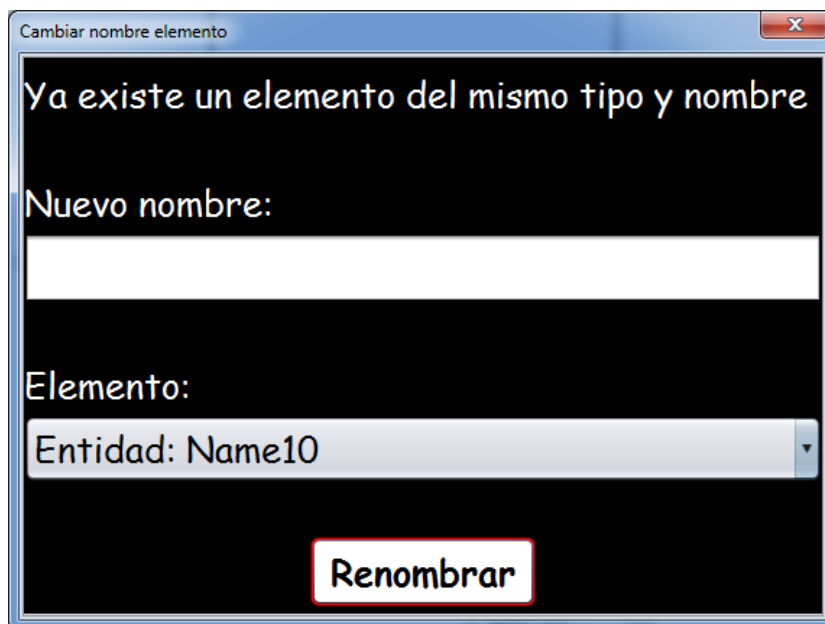
Ilustración 142: Pantalla accesible de renombramiento de elementos

Como en otros casos, se han capturado los *posibles errores* de validación con el Modelo cometidos por el usuario, abortando la acción e informando al usuario del error, el cual podrá repetir el proceso de una forma correcta (ver Ilustración 143, 144 y 145).



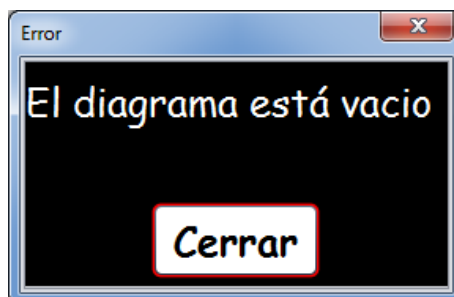
The dialog box titled 'Cambiar nombre elemento' has a black background. At the top, it displays the message 'El campo Nombre está vacío. Por favor, introduzca uno válido' in white text. Below this, there is a label 'Nuevo nombre:' followed by an empty white text input field. Further down is a label 'Elemento:' followed by a dropdown menu showing 'Entidad: Name10'. At the bottom center, there is a white button with a red border labeled 'Renombrar'.

Ilustración 143: Error al introducir un nombre vacío



The dialog box titled 'Cambiar nombre elemento' has a black background. At the top, it displays the message 'Ya existe un elemento del mismo tipo y nombre' in white text. Below this, there is a label 'Nuevo nombre:' followed by an empty white text input field. Further down is a label 'Elemento:' followed by a dropdown menu showing 'Entidad: Name10'. At the bottom center, there is a white button with a red border labeled 'Renombrar'.

Ilustración 144: Error si existe un mismo tipo de elemento con el nuevo nombre



The dialog box titled 'Error' has a black background. It displays the message 'El diagrama está vacío' in white text. At the bottom center, there is a white button with a red border labeled 'Cerrar'.

Ilustración 145: Error cuando no existen elementos para renombrar

El método Entidad/Interrelación especifica que toda relación entre una entidad y una interrelación viene especificada por una cardinalidad, que denota la relación cuantitativa entre ambos objetos. Por ello, toda relación establecida, con el proceso anteriormente explicado, posiciona una cardinalidad por defecto de $N:M$ (muchos a muchos), por lo que posiblemente el usuario, dado el contexto del diagrama, tendrá la necesidad de modificar dicho valor. Para ejecutar esta acción de **modificación de cardinalidad** se ha establecido la pantalla que se muestra en la Ilustración 146, en la que el usuario deberá de seleccionar la nueva cardinalidad deseada y la relación en cuestión (*mostrada como NombreInterrelación -> NombreEntidad*). Una vez decidido los parámetros, se deberá pulsar el botón asociado o la tecla *FIN*.

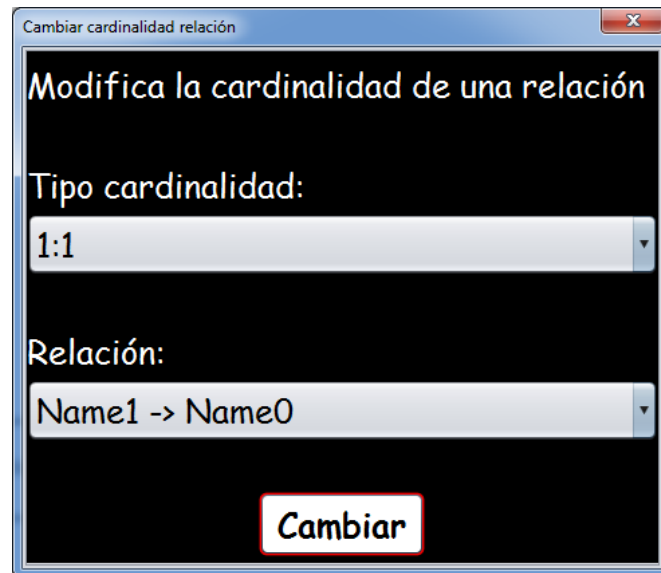


Ilustración 146: Pantalla accesible de cambio de cardinalidad

Como se ha citado anteriormente, todos los **posibles errores** cometidos por el usuario serán mostrados para información del mismo. Las pantallas serán cerradas pulsando la tecla *FIN* o utilizando el botón de cierre estándar (ver Ilustración 147).

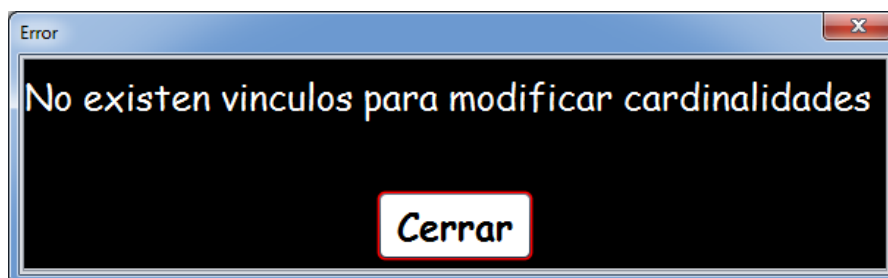


Ilustración 147: Error si no existen relaciones en el diagrama

Por otra parte, una vez avanzado el diseño del diagrama e insertados multitud de elementos, es posible que el usuario requiera la **eliminación** de alguno de ellos, o en su defecto, el completo borrado del diagrama. Este proceso se llevará a cabo utilizando las pantallas (mostradas en las Ilustraciones 148, 149, 150 y 151), donde en primer lugar, se elegirá el tipo de borrado, pulsando el botón asociado o utilizando la tecla *1* o *2* para eliminación particular o completa respectivamente. En el primer caso, se mostrará una pantalla con la lista de elementos disponibles, en el cuál se deberá de elegir el objeto a eliminar, pulsando el botón o la tecla *FIN*. Para evitar borrados accidentales, se han implementados mensajes de validación para ambos tipos de borrados, donde se pide al usuario su consentimiento final para proceder a la ejecución del proceso. Es posible el cierre de cualquier pantalla, abortando la acción, utilizando el botón de cierre estándar o la tecla *ESC*. Por otro lado, existen pantallas que permiten la retronavegación (hacia atrás), la cual es posible pulsando el botón asociado o la tecla *INICIO*.

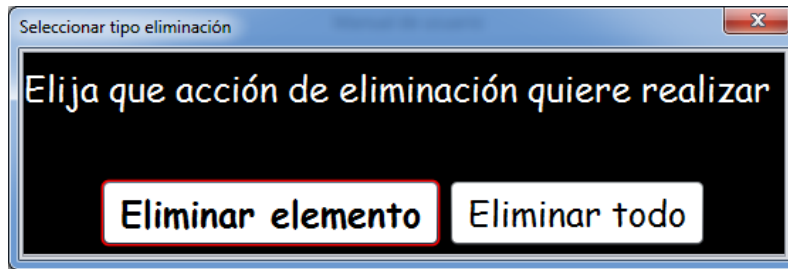


Ilustración 148: Pantalla accesible de elección del tipo de borrado

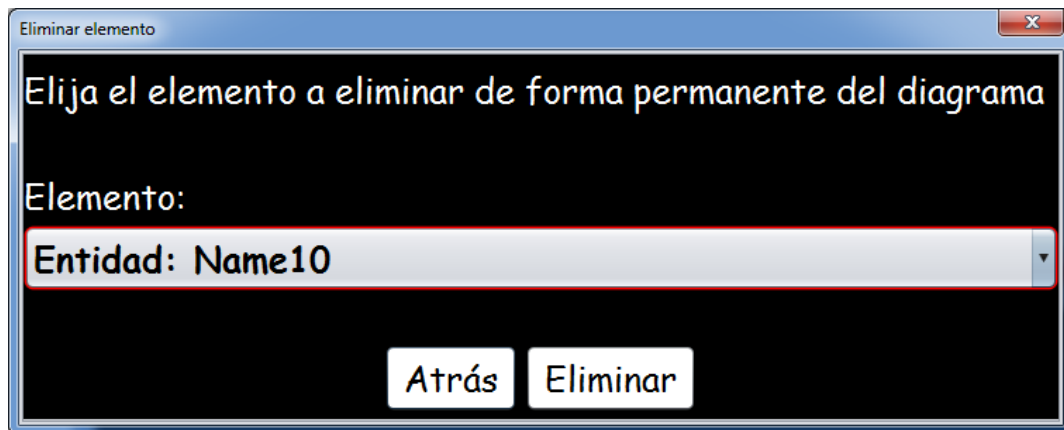


Ilustración 149: Borrado particular, pantalla de elección de elemento

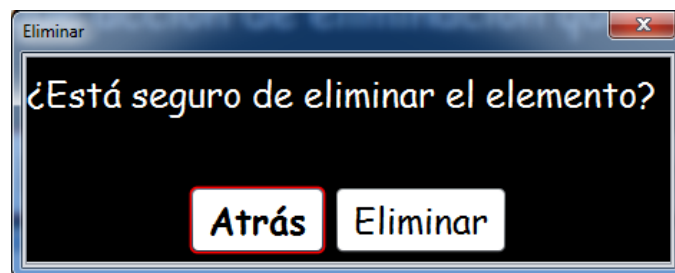


Ilustración 150: Borrado particular, pantalla de validación del borrado

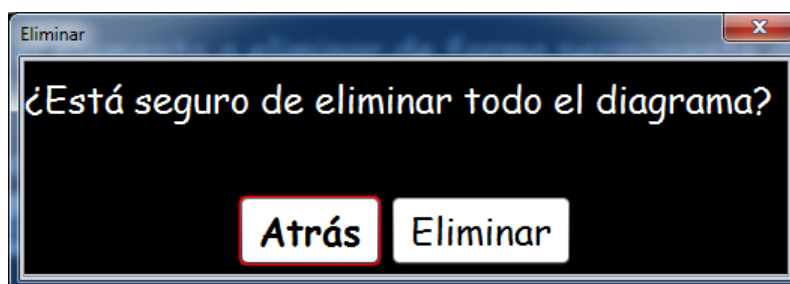


Ilustración 151: Borrado completo, pantalla de validación del borrado

Como se explicó en el apartado *Interfaz general*, se ha dispuesto de un módulo que permite mostrar al usuario un **resumen del diagrama** introducido, especificando los elementos insertados y las relaciones y características de los mismos (ver Ilustración 152). Es por ello que se ha implementado una pantalla accesible para visionar el mismo contenido, pero de una forma apropiada para personas con discapacidades visuales. La pantalla siguiente muestra el resumen de un diagrama ejemplo, donde se puede observar un detalle profundo del mismo. Para cerrar la ventana una vez visionada, se deberá utilizar el botón estándar de cierre o la tecla *FIN*. Por otro lado, se informará al usuario si el diagrama está vacío y se ha intentado un proceso de activación del resumen escrito (ver Ilustración 153).

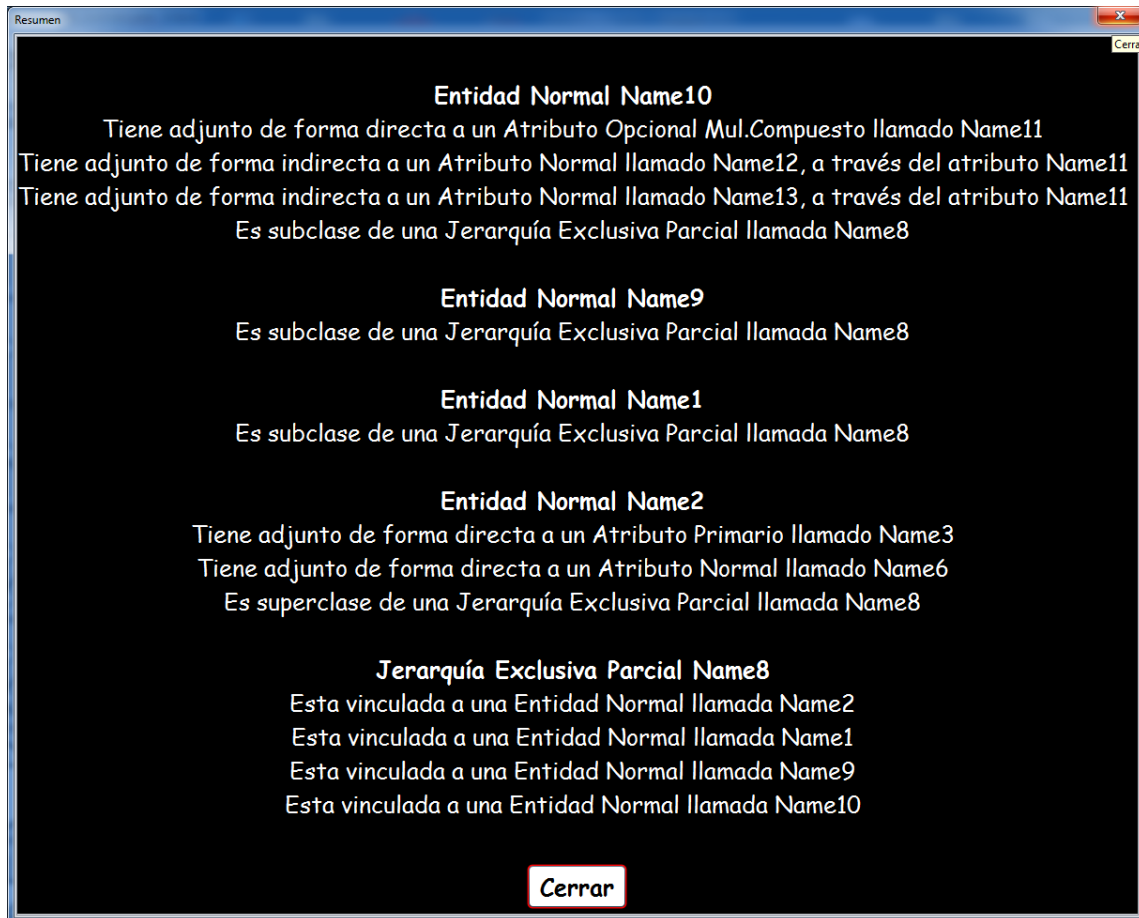


Ilustración 152: Pantalla accesible con un resumen del diagrama

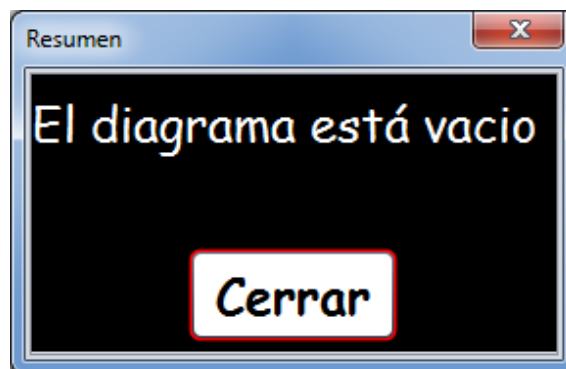


Ilustración 153: Error que ocurre cuando el diagrama está vacío

Del mismo modo que la pantalla de resumen, se ha configurado el módulo de **validación** de manera accesible, de forma que el usuario sabrá en todo momento de los errores cometidos en el diseño del diagrama. Una vez analizado la información, se puede cerrar la ventana pulsando el botón de cierre o la tecla *FIN* (ver Ilustraciones 154 y 155).

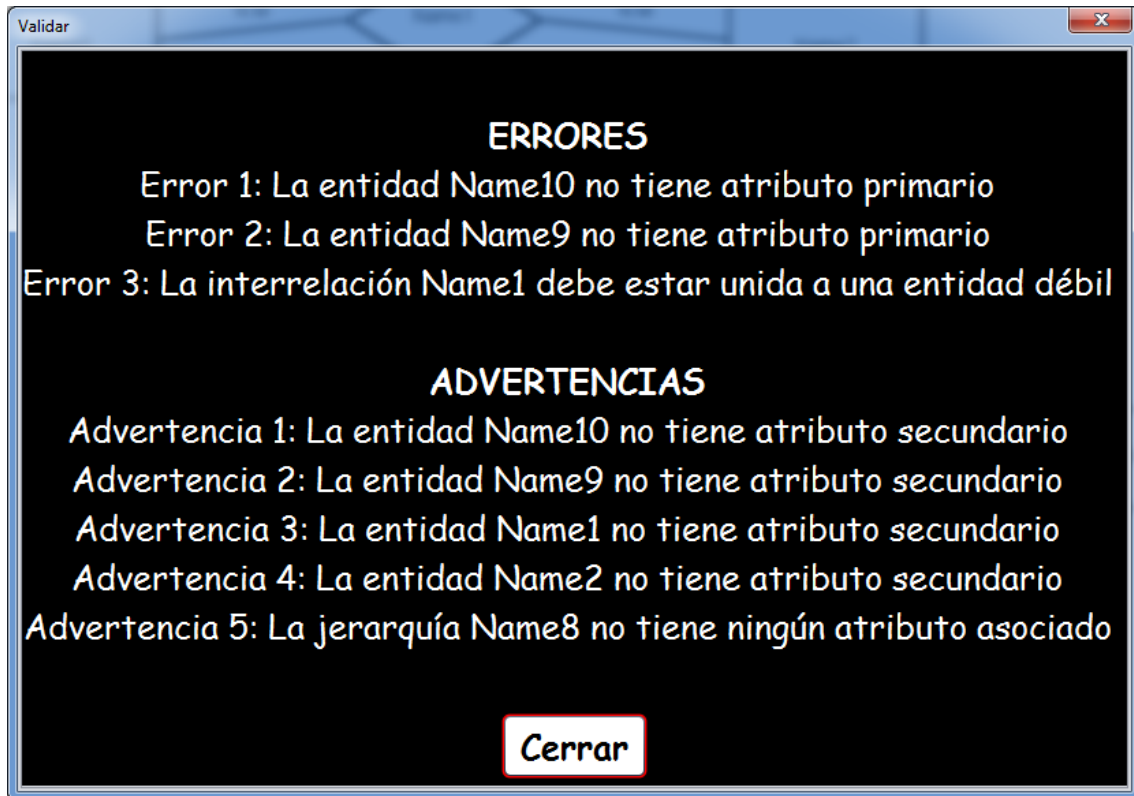


Ilustración 154: Pantalla accesible con la validación del diagrama

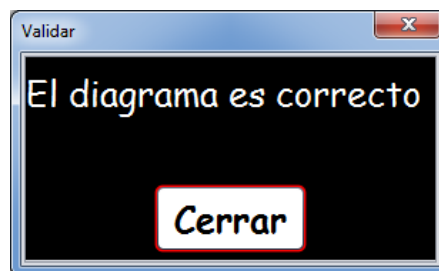


Ilustración 155: Pantalla accesible de la validación correcta

Como se ha comentado en un inicio, las pantallas accesibles desarrolladas han sido especificadas con un patrón de visión idóneo para personas con discapacidad visual, pero puede ser posible que el usuario no se encuentre cómodo con ellas, necesitando un cambio en ellas. Para ello se han implementado una serie de pantallas para **cambiar la configuración accesible** del sistema, desde las fuentes y colores, hasta otras características más particulares del software.

Si el usuario decide una modificación en el programa, podrá elegir entre el formato del texto, de los botones o la especificación de otras características, pulsando en los botones asociados o con las teclas *T*, *B* y *O* respectivamente (ver Ilustración 156).

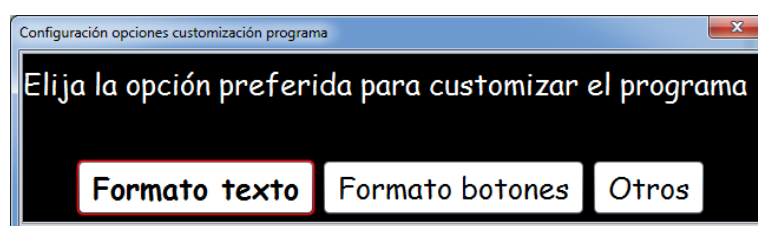


Ilustración 156: Pantalla accesible de cambio de configuración

Se puede realizar una configuración extrema del texto mostrado en las pantallas accesibles, modificando los siguientes valores:

- **Familia:** La aplicación buscará todas las fuentes disponibles en el sistema operativo y mostrará una lista con las mismas, pudiendo elegir cualquiera de ellas.
- **Estilo:** Se configurará como *Plain*, *Bold* o *Italic*, cambiando el texto a un estilo normal, negrita o cursiva respectivamente.
- **Tamaño:** Se podrá especificar un tamaño de texto en un rango entre 10 y 72. Un exceso de tamaño podría provocar un problema de *ToOBig*.
- **Color:** Se dispondrá una lista con los colores disponibles, en la que el usuario podrá elegir el deseado.

Al abrir la pantalla, el usuario observará los valores actuales del sistema (ver Ilustración 157), y podrá modificar a voluntad cualquiera de ellos. También es posible, una vez cambiado los parámetros, volver a los valores por defecto pulsando el botón asociado o la tecla *AV.PAG*. Para aplicar los cambios se pulsará la tecla *FIN* o el botón *Aplicar*. Igualmente es posible realizar una retronavegación con la tecla *INICIO* o el botón *Atrás*.

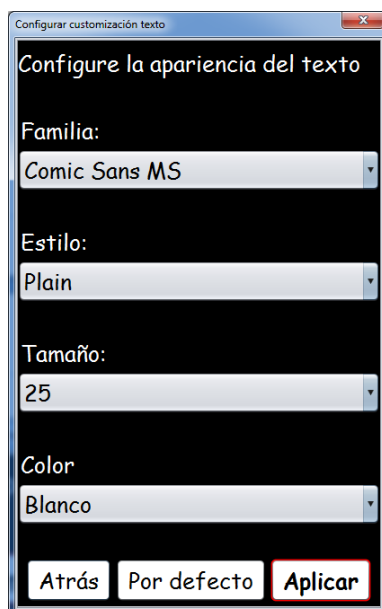


Ilustración 157: Pantalla accesible de cambio de configuración del texto

Por otra parte, es posible un cambio de configuración en lo que respecta a los botones mostrados en las pantallas accesibles, modificando los siguientes parámetros:

- **Familia:** La aplicación buscará todas las fuentes disponibles en el sistema operativo y mostrará una lista con las mismas, pudiendo elegir cualquiera de ellas.
- **Estilo:** Se configurará como *Plain*, *Bold* o *Italic*, cambiando el texto de los botones a un estilo normal, negrita o cursiva respectivamente.
- **Tamaño:** Se podrá especificar un tamaño de texto en los botones en un rango entre 10 y 72. Un exceso de tamaño podría provocar un problema de *ToOBig* (véase página 54)
- **Color texto:** Se dispondrá una lista con los colores disponibles, en la que el usuario podrá elegir el deseado.

- **Color de fondo:** Al igual que en color del texto, será posible modificar el color de fondo de los botones.

Al abrir la pantalla, el usuario observará los valores actuales del sistema, y podrá modificar a voluntad cualquiera de ellos (ver Ilustración 158 y 159). También es posible, una vez cambiado los parámetros, volver a los valores por defecto pulsando el botón asociado o la tecla AV.PAG. Para aplicar los cambios se pulsará la tecla FIN o el botón Aplicar. Igualmente es posible realizar una retronavegación con la tecla *INICIO* o el botón *Atrás*.

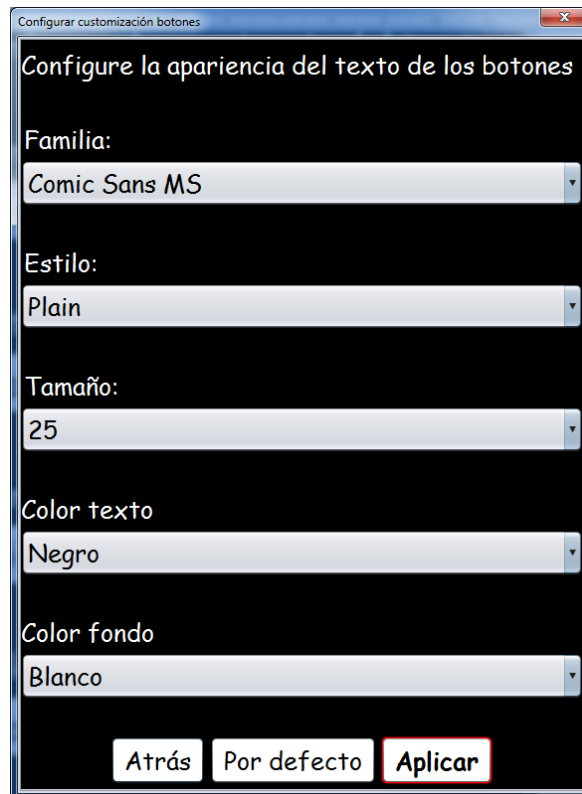


Ilustración 158: Pantalla accesible de cambio de configuración de los botones

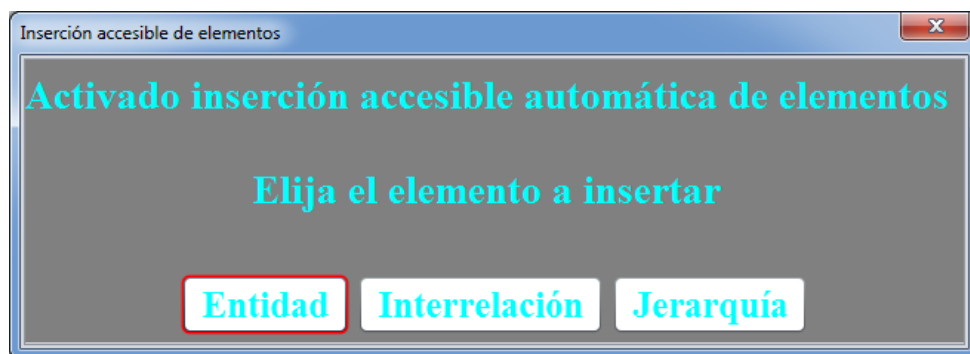


Ilustración 159: Pantalla accesible para la inserción de elementos, con un cambio de formato

El software contiene una serie de herramientas técnicas de accesibilidad para facilitar su uso por parte del colectivo de usuarios con discapacidad. Algunas de estas características pueden ser editadas mediante una pantalla accesible (ver Ilustración 160):

- **Color de fondo:** Se dispondrá una lista con los colores disponibles, en la que el usuario podrá elegir el deseado para establecer el fondo de las pantallas accesibles.

- **Tipo de solución para ‘ToObig’:** Dado que el usuario puede modificar el tamaño de la fuente, tanto del texto como de los botones, es posible que existiendo la limitación de la dimensión física de la pantalla, al utilizar un tamaño demasiado grande, la ventana accesible sobrepase los límites de la pantalla, dificultando enormemente la lectura de la misma. Es por ello, que se han implementado dos métodos de solución a dicho problema, entre los cuales puede decidir el usuario.
 - *Acople tamaño de pantalla:* La pantalla accesible disminuirá sus fuentes hasta que su tamaño sea adecuado para su visión completa en la pantalla. El acople necesita un tiempo para calcular el tamaño de fuente adecuado, por lo que es posible que se demore unos segundos la apertura de una ventana. Esta solución es la dada por defecto y es útil puesto que toda la información siempre será visible al completo en la pantalla, aunque como desventaja tiene que el tamaño de fuente será limitada, por lo que si el usuario quiere realmente utilizar fuentes grandes, debería usar el otro método de solución (ver Ilustración 161).
 - *Con barra de desplazamiento:* La pantalla accesible mantendrá el tamaño de las fuentes, pero aparecerá una barra de desplazamiento, con la cual, el usuario podrá navegar por la ventana para ver la información al completo (ver Ilustración 162).
- **Mostrar panel de inserción por arrastre:** Como se comentó en el apartado *Interfaz General*, es posible ocultar el panel izquierdo que contiene los elementos para insertar, mediante el método “Arrastrar y soltar”. Dado que este panel es inútil para el colectivo de usuarios con discapacidad, esta opción permite la ocultación del mismo.
- **Activar la reorganización automática post-acción:** Cuando un elemento es insertado mediante una pantalla accesible, el diagrama es reorganizado para optimizar la visión del mismo por parte del usuario. Si esta opción es desactivada, todo elemento insertado desde entonces será introducido en el origen del diagrama (*parte superior-izquierda*), sobreponiendo todos los elementos unos a otros, por lo que se recomienda mantener esta opción activada para una correcta visualización.
- **Activar desplazamiento del puntero con teclado:** Como se comentó en apartados anteriores, se ha desarrollado un sistema para poder manejar el ratón con el teclado, y poder prescindir del mismo (*véase apartado Nivel de discapacidad bajo*). Es posible desactivar este módulo con esta opción.
- **Aviso sonoro cambio foco del teclado:** Cuando se realiza un cambio de foco del teclado en una pantalla accesible, este es avisado con un tono sonoro. Es posible, si se utiliza técnicas de accesibilidad externas, como lectores de pantalla, que este aviso sonoro interfiera en el funcionamiento correcto, por lo que es posible desactivarlo en esta opción.

Al abrir la pantalla, el usuario observará los valores actuales del sistema, y podrá modificar a voluntad cualquiera de ellos. También es posible, una vez cambiado los parámetros, volver a los valores por defecto pulsando el botón asociado o la tecla AV.PAG. Para aplicar los cambios se pulsará la tecla FIN o el botón Aplicar. Igualmente es posible realizar una retronavegación con la tecla INICIO o el botón Atrás.

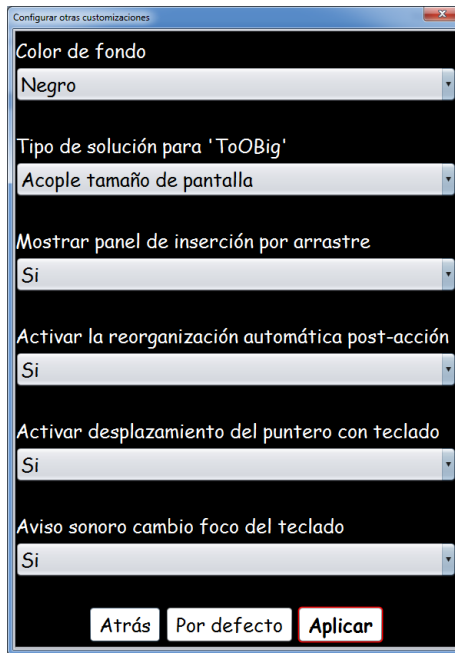


Ilustración 160: Pantalla accesible para la configuración extra del sistema.

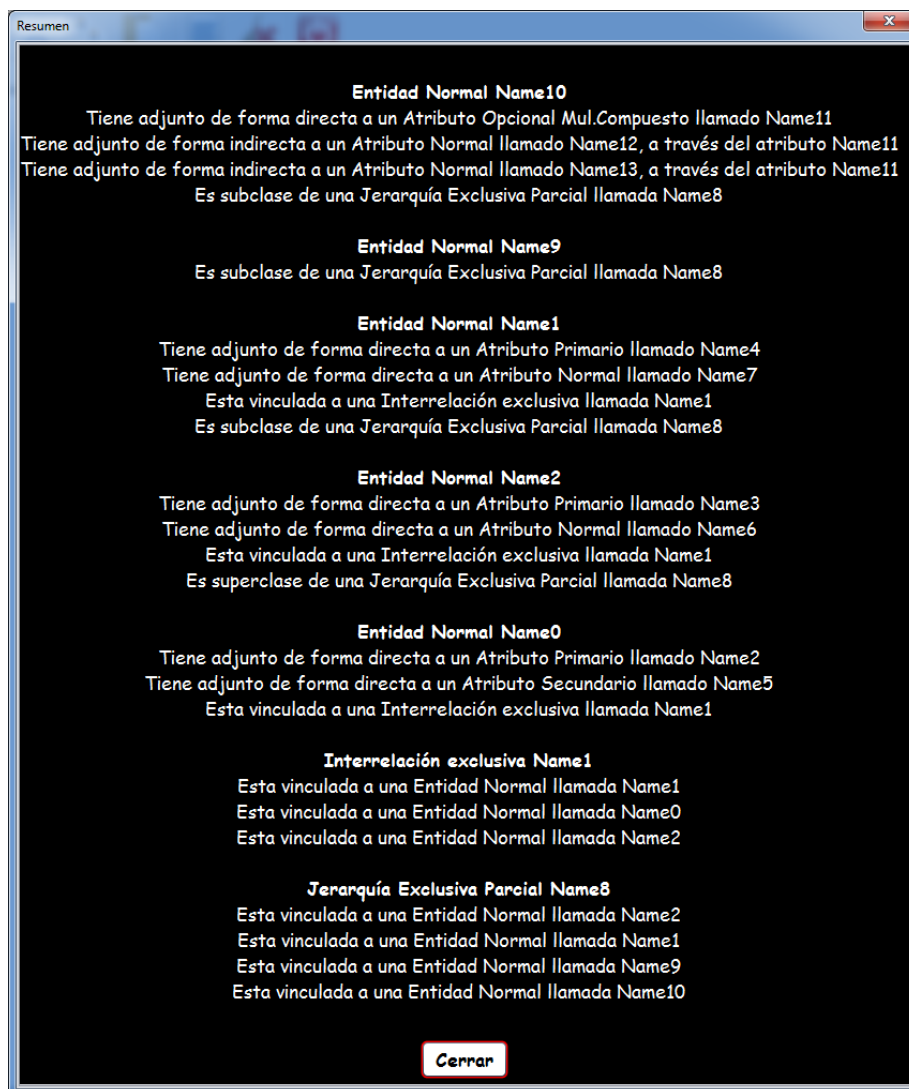


Ilustración 161: Pantalla de resumen con método ToOBig especificado como Acople de Pantalla

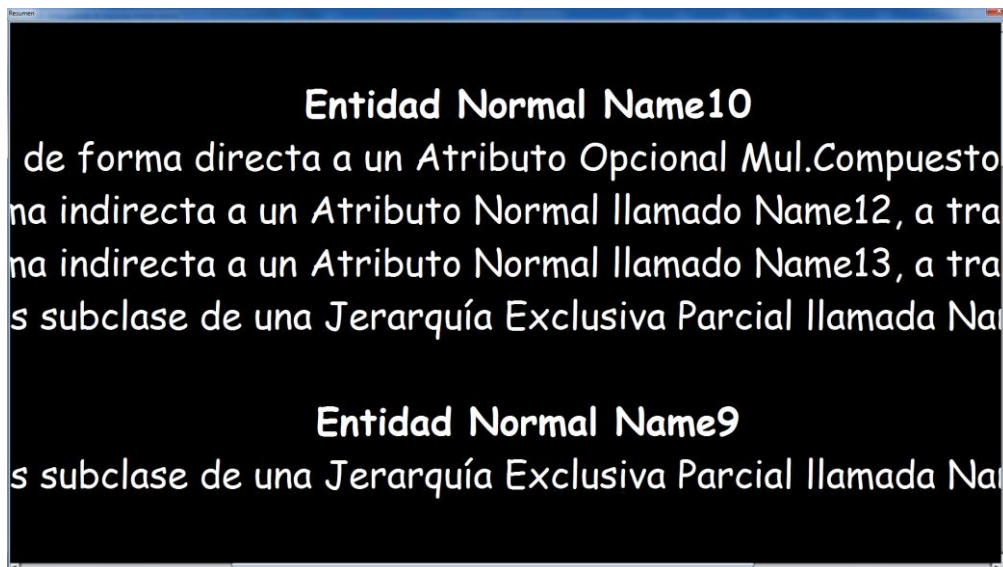


Ilustración 162: Pantalla de resumen con método ToObig especificado como Barra de Desplazamiento

Por otra parte, es posible realizar una **apertura o guardado de forma accesible**, tanto del diagrama realizado como de las opciones accesibles anteriormente configuradas (ver Ilustración 163). Este último caso es muy útil en el caso de utilizar distintos equipos, puesto que es posible almacenar la configuración accesible actual en un fichero *.AFF*, y abrirlo en otro equipo, para utilizar las mismas especificaciones en ambos sistemas. El formato *.AFF* ha sido expresamente creado para este software, y almacena todo lo relacionado con las opciones accesibles explicadas anteriormente. El proceso de apertura/guardado, tanto de diagramas como de configuración accesible, sigue los mismos pasos, por lo que serán explicados de forma conjunta. En primer lugar, se abrirá la pantalla mostrada en la imagen siguiente, donde el usuario deberá elegir el tipo de apertura/guardado que desea realizar, pulsando el botón asociado o las teclas *1* y *2*, para ejecutar la acción con el diagrama o con la accesibilidad respectivamente. Es posible finalizar el proceso y salir de cualquier ventana accesible pulsando el botón estándar o la tecla *ESC*.

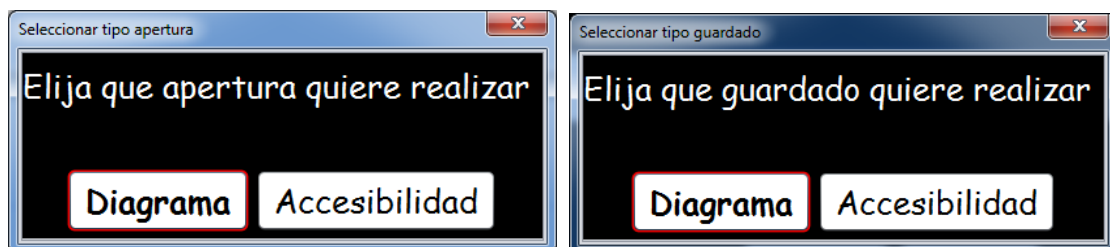


Ilustración 163: Pantallas accesibles para la apertura (imagen superior) o guardado (imagen inferior)

The image shows two screenshots of a software interface. The top screenshot is titled 'Abrir diagrama' and contains the text 'Introduzca el nombre y la ruta del fichero a abrir'. It has two input fields labeled 'Nombre:' and 'Ruta:'. Below the fields are two buttons: 'Atrás' and 'Abrir'. The bottom screenshot is titled 'Guardar diagrama' and contains the text 'Introduzca el nombre y la ruta del fichero donde guardar el diagrama'. It also has two input fields labeled 'Nombre:' and 'Ruta:'. Below the fields are two buttons: 'Atrás' and 'Guardar'.

Ilustración 164: Pantallas accesibles de introducción de datos para la apertura (imagen superior) y guardado (imagen inferior)

En la Ilustración 164 se debe de especificar el nombre del fichero de apertura/guardado, así como la ruta absoluta del mismo (*por ejemplo* `C:\Users\Nombre\Downloads`), para posteriormente presionar el botón asociado o la tecla FIN. Se puede realizar una retronavegación con la tecla INICIO.

Al igual que en casos anteriores, se ha dispuesto una serie de *mensajes informativos* para denotar errores o introducción errónea de los datos (ver Ilustración 165 y 166).

The image shows two screenshots of the same software interface as in Ilustración 164, but displaying an error message. Both screens show the text 'Ningún campo puede estar vacío' at the top. The top screen is titled 'Abrir diagrama' and has buttons 'Atrás' and 'Abrir'. The bottom screen is titled 'Guardar diagrama' and has buttons 'Atrás' and 'Guardar'.

Ilustración 165: Error si no se rellenan todos los campos

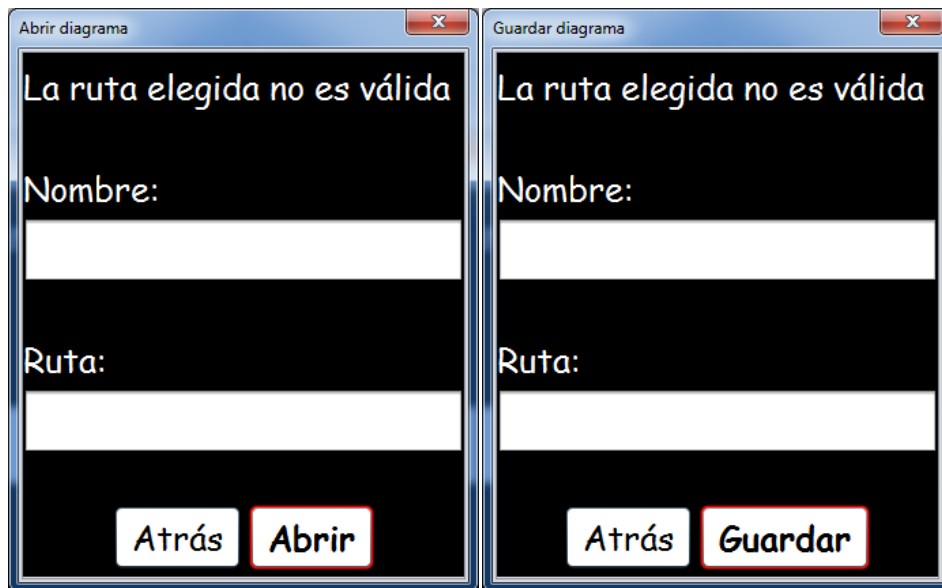


Ilustración 166: Error si se introduce una ruta de fichero errónea

Es posible realizar la **exportación a fichero PDF o JPG** mediante pantallas accesibles (ver Ilustración 167, 168 y 169). Se requiere introducir la ruta en formato absoluto (*por ejemplo* `C:\Users\Nombre\Downloads`). Una vez introducido todos los datos, se presionará el botón asociado o la tecla *FIN*.

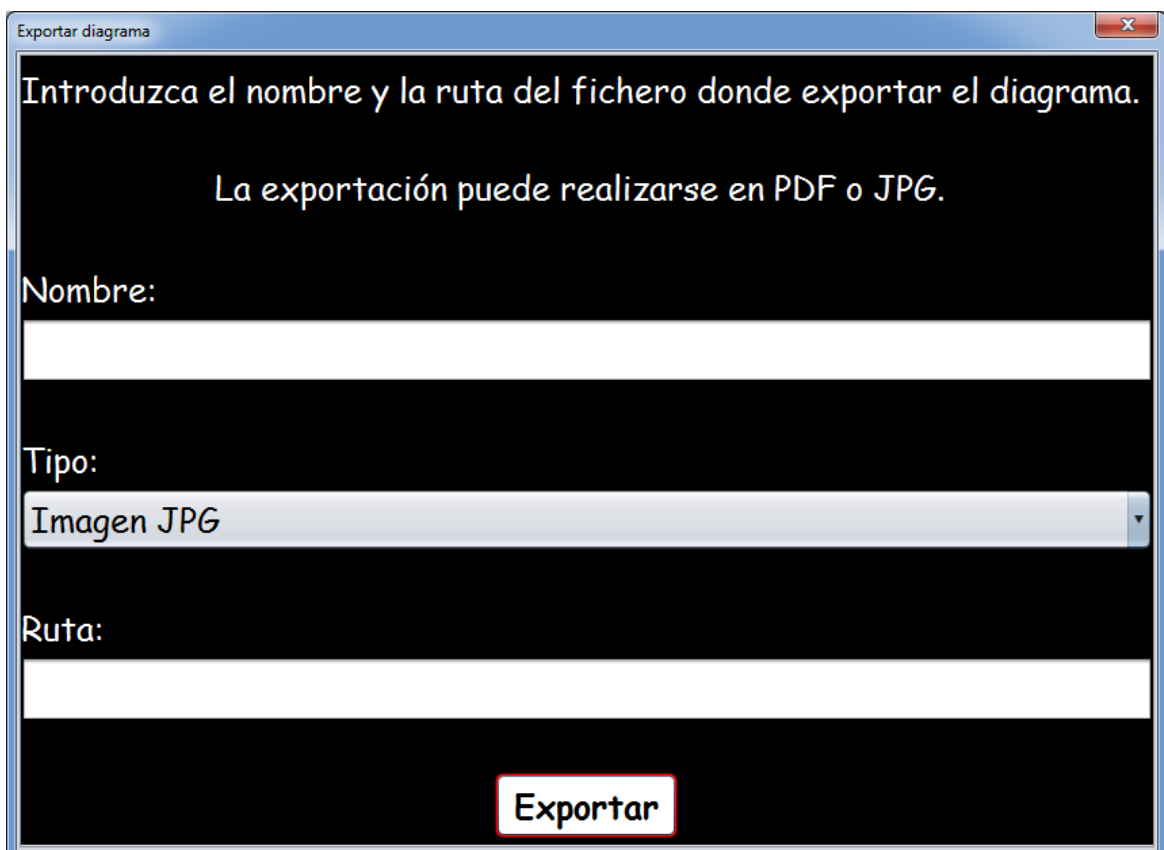
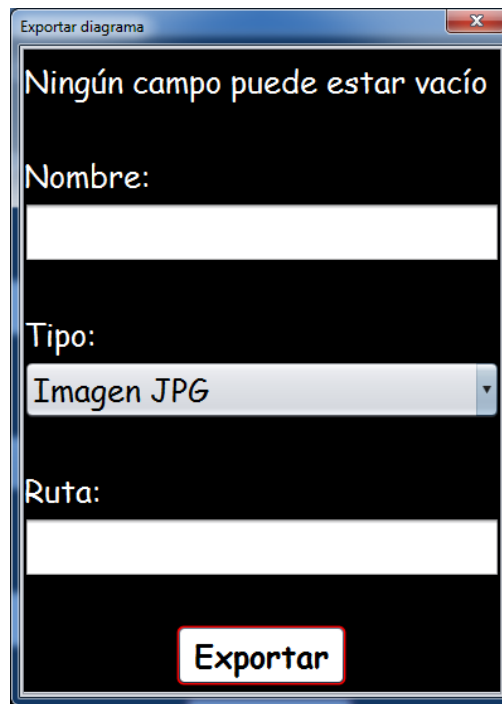


Ilustración 167: Pantalla accesible para la exportación del diagrama a fichero PDF o JPG



Exportar diagrama

Ningún campo puede estar vacío

Nombre:

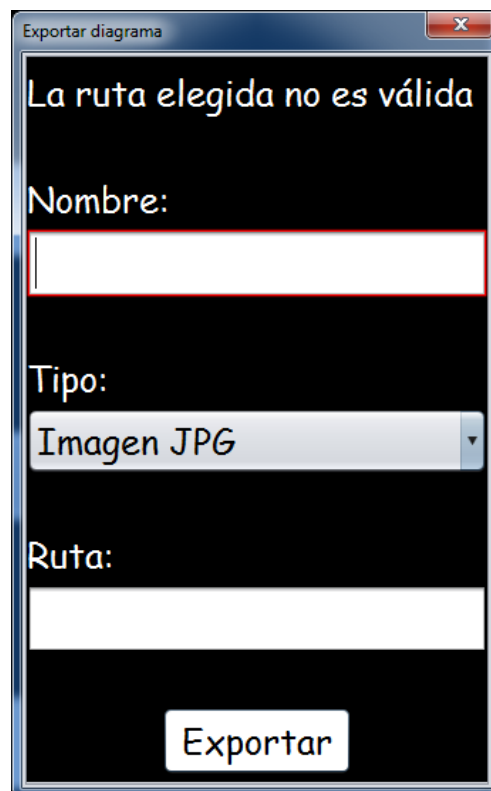
Tipo:

Imagen JPG

Ruta:

Exportar

Ilustración 168: Error si no se introducen todos los campos



Exportar diagrama

La ruta elegida no es válida

Nombre:

Tipo:

Imagen JPG

Ruta:

Exportar

Ilustración 169: Error si se introduce una ruta no válida

Todas las pantallas accesibles explicadas anteriormente permiten realizar todas las acciones permitidas en el sistema, por lo que se puede afirmar que un usuario con discapacidad media podría controlar y realizar sus propios diseños de una forma cómoda e intuitiva.

Para finalizar, los **atajos de teclado** existentes para mostrar todas las pantallas analizadas anteriormente, están expuestos en el apartado correspondiente.

5.3.3. Nivel de discapacidad alto-muy alto

Para un usuario con un resto visual muy bajo (incluyendo ceguera total) o con problemas motores graves, se han implementado un sistema de **reconocimiento y sintetizador de voz**, con el cuál, el usuario será capaz de realizar cualquier tipo de interacción y tarea con la aplicación usando únicamente la **voz**, emitiendo una serie de comandos, prescindiendo del teclado y el ratón.

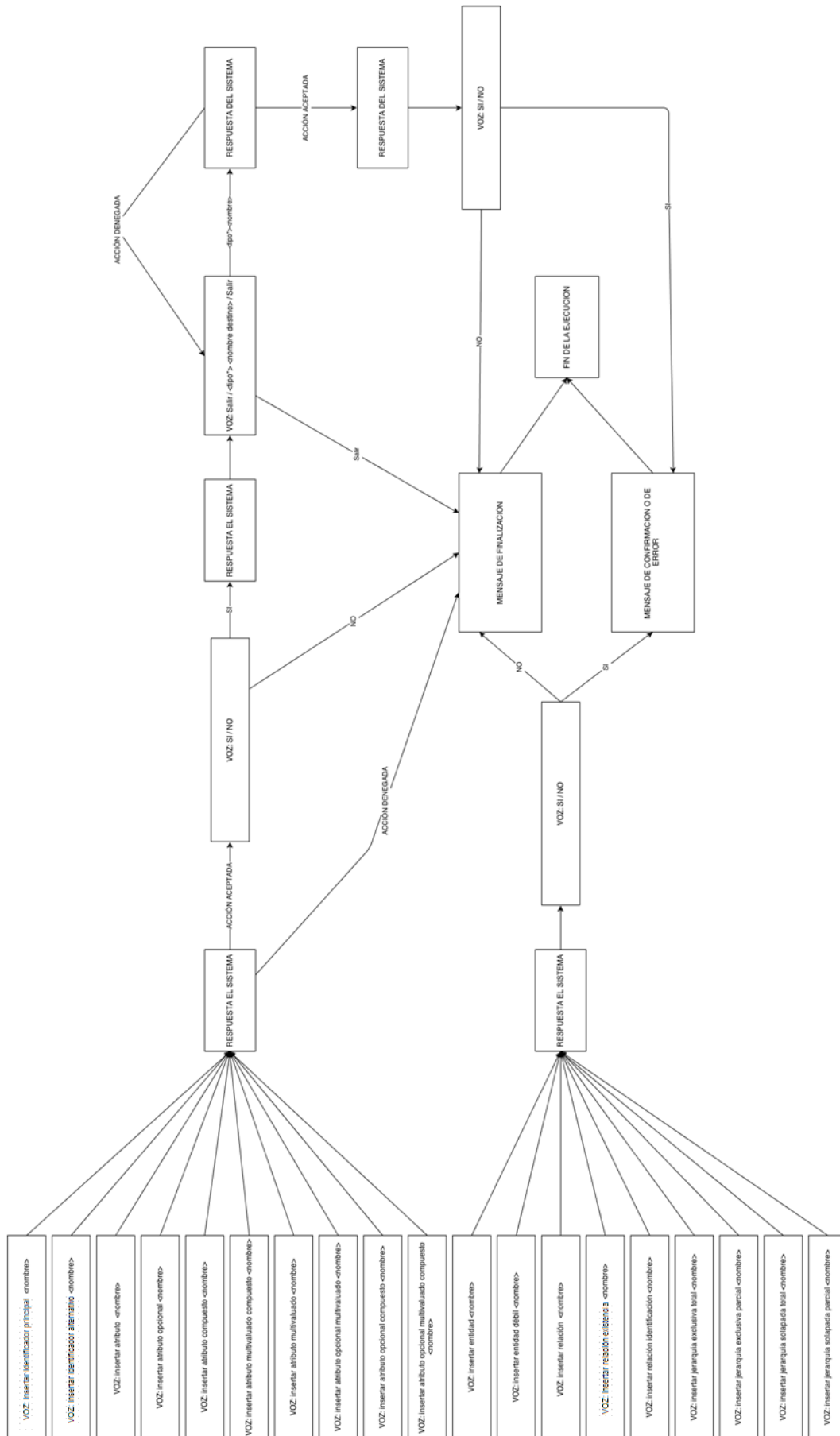
El funcionamiento ha sido simplificado para que su uso sea lo más intuitivo y cómodo posible. Para ello, solo se debe presionar la tecla **F12**, lo cual provocará un aviso sonoro para que el usuario diga por voz el comando deseado, y cuando éste haya finalizado su locución, deberá volver a presionar **F12**, finalizando el proceso y emitiendo un nuevo aviso sonoro informando de la terminación de la acción.

Por cada comando emitido, la aplicación responderá por voz informando al usuario de la acción a realizar, y guiando al mismo durante el proceso, dictándole los pasos o acciones necesarios para llevar a buen puerto la acción.

A continuación se detallarán los esquemas necesarios (ver Ilustraciones de 170 a 181) que especifican los comandos que debe decir el usuario para realizar cualquier acción, así como el intercambio de mensajes con el sistema.

En dichos esquemas, los cuadrados denotados con **VOZ** significa el comando que deberá de expresar el usuario, pudiendo darse el caso de existir varias opciones, las cuales serán especificadas con una barra (*ejemplo: VOZ: SI / NO -> en este caso el usuario deberá decir SI o NO*). Siempre que se observe un cuadrado **VOZ**, se deberá de presionar la tecla **F12** antes (para comenzar la locución) y después (para finalizar la grabación de voz). Los campos que necesiten una aclaración serán finalizados con * y analizados al final del esquema. El sistema responderá con distintos mensajes según el contexto de la operación, los cuales podrán ser simplemente informativos, o expresando un tono de aceptación o negación de la operación.

En los esquemas, las aristas con información simbolizan los distintos caminos que puede ser la acción según lo expresado por el usuario o por el sistema, por lo que una arista con etiqueta significa una de las opciones disponibles en esa fase de la ejecución. Estos resúmenes son muy útiles para comunicarse con el sistema, puesto que se especifica los caminos de ejecución y comandos correctos a utilizar. De todos modos, el sistema guiará de una forma simple e intuitiva durante todos los pasos del proceso.



NOTAS:
 * El tipo deberá ser "Entidad", "Relación", "Jerarquía" o "Atributo"

Ilustración 170: Diagrama de ejecución del proceso de inserción de elementos mediante voz.

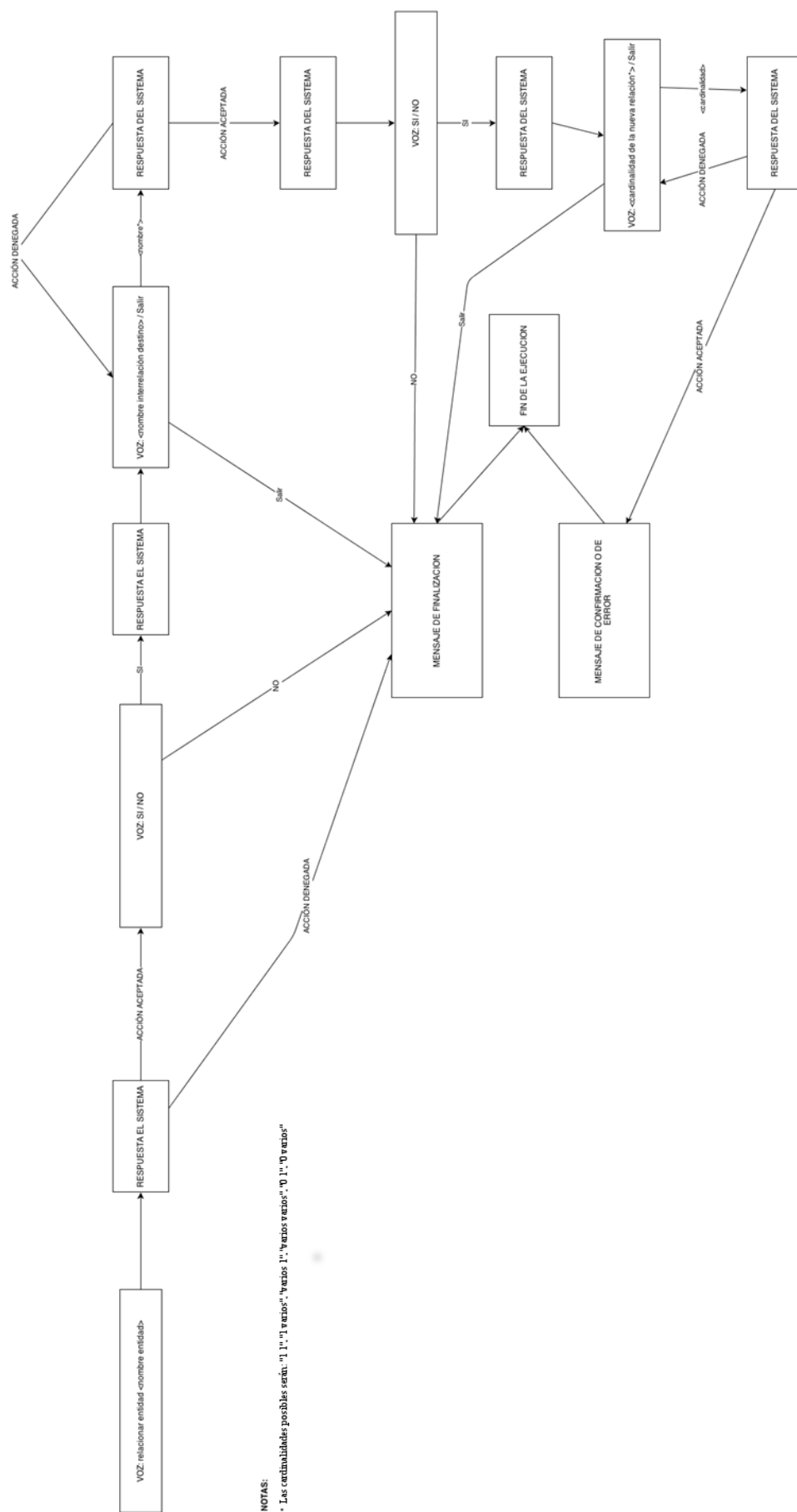


Ilustración 171: Diagrama de ejecución del proceso de relación de una entidad con una interrelación

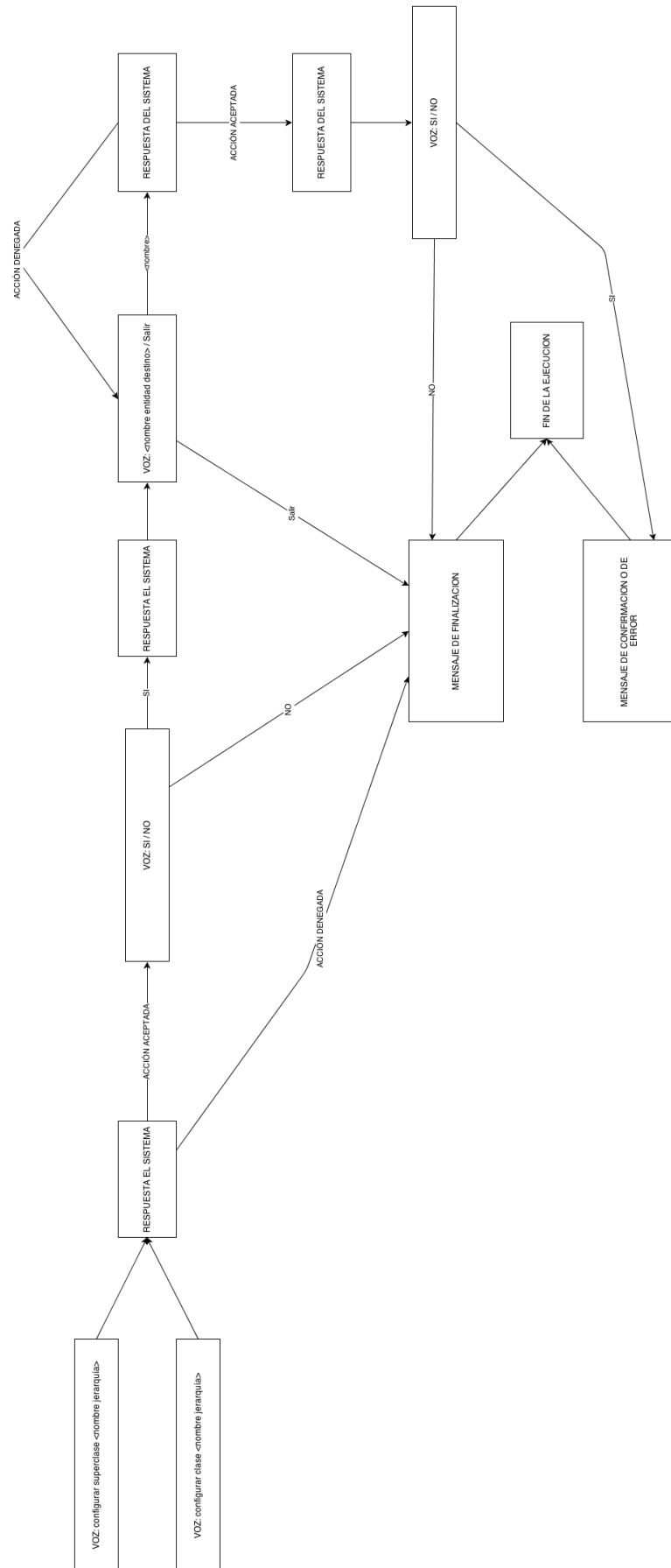


Ilustración 172: Diagrama de ejecución del proceso para asignar una superclase o subclase a una jerarquía



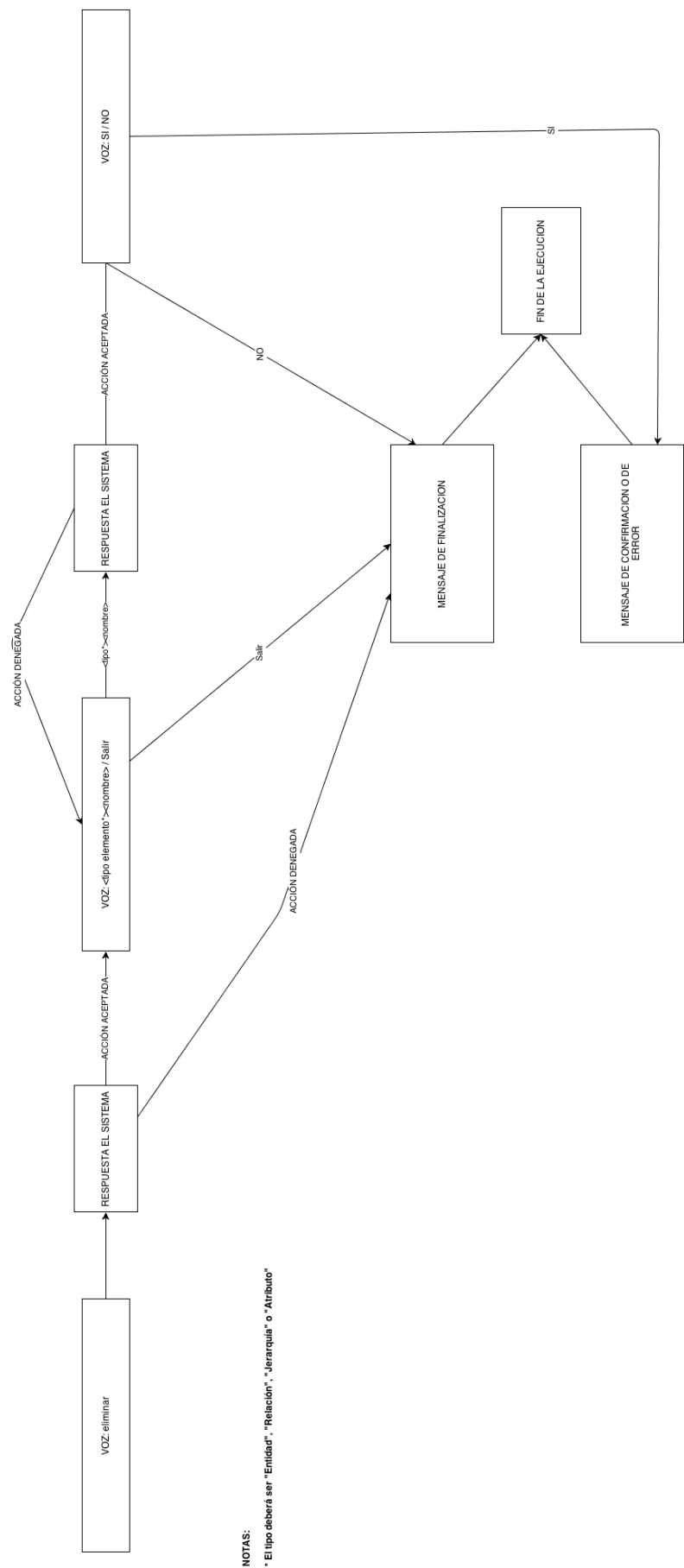


Ilustración 174: Diagrama de ejecución del proceso para la eliminación de elementos

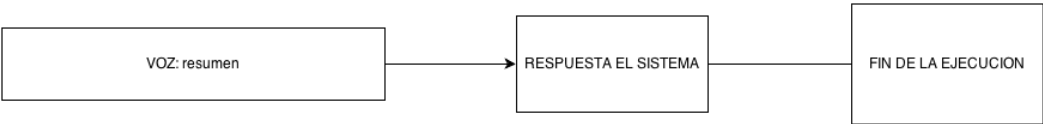


Ilustración 175: Diagrama de ejecución del proceso para la obtención del resumen del diagrama

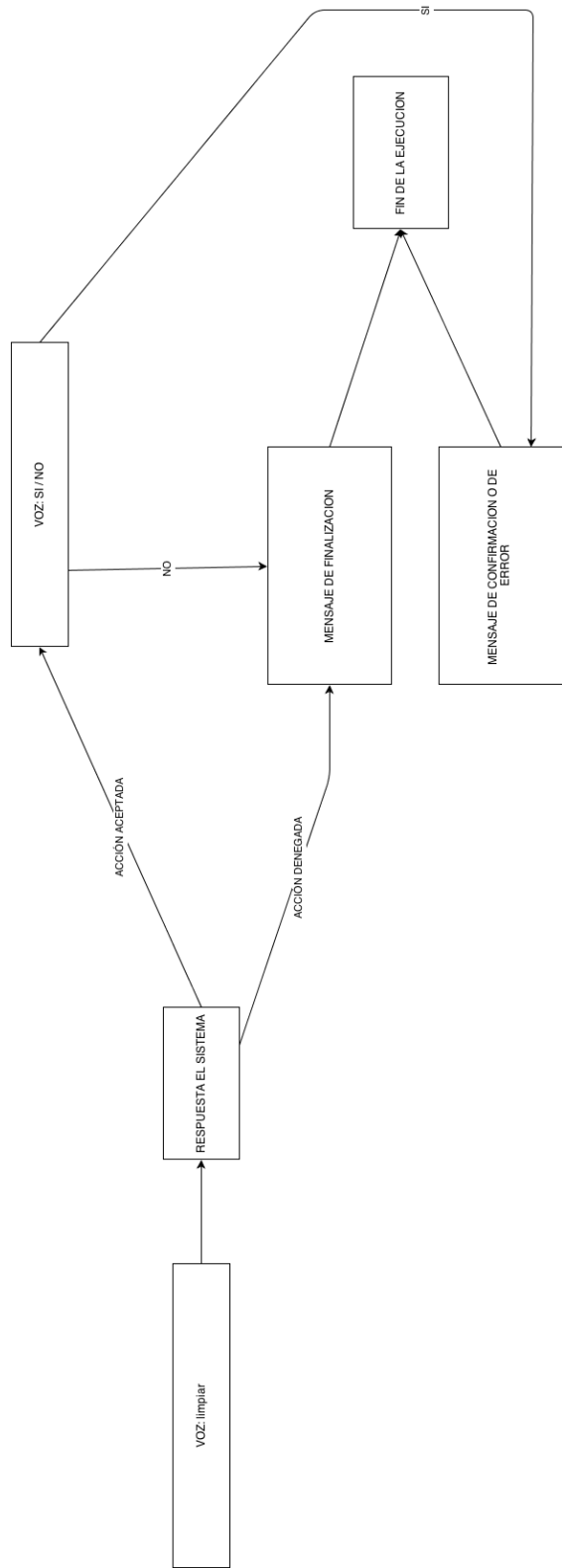


Ilustración 176: Diagrama de ejecución del proceso para la eliminación completa del diagrama

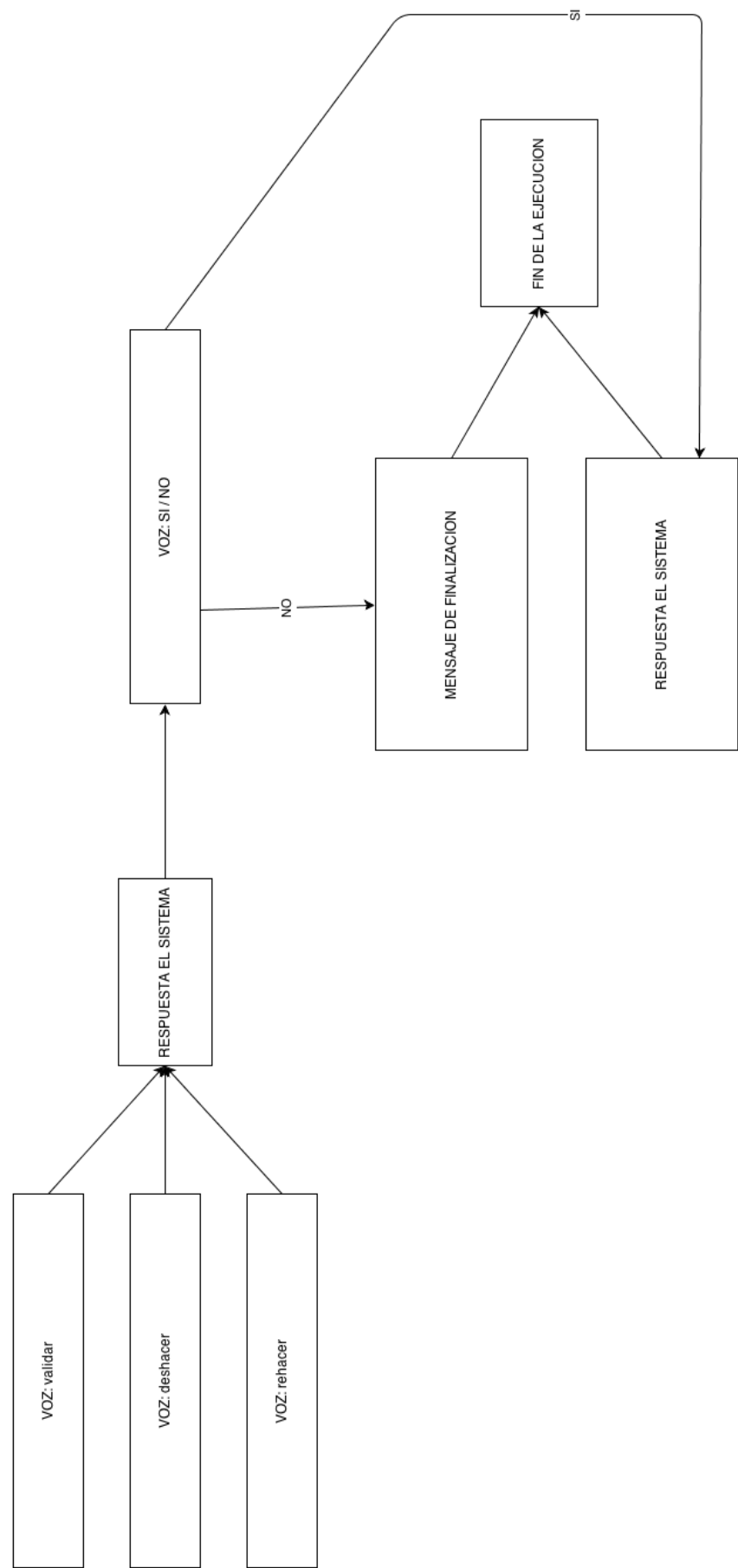


Ilustración 177: Diagrama de ejecución del proceso para la acción de Deshacer y Rehacer pasos y para validar un diagrama

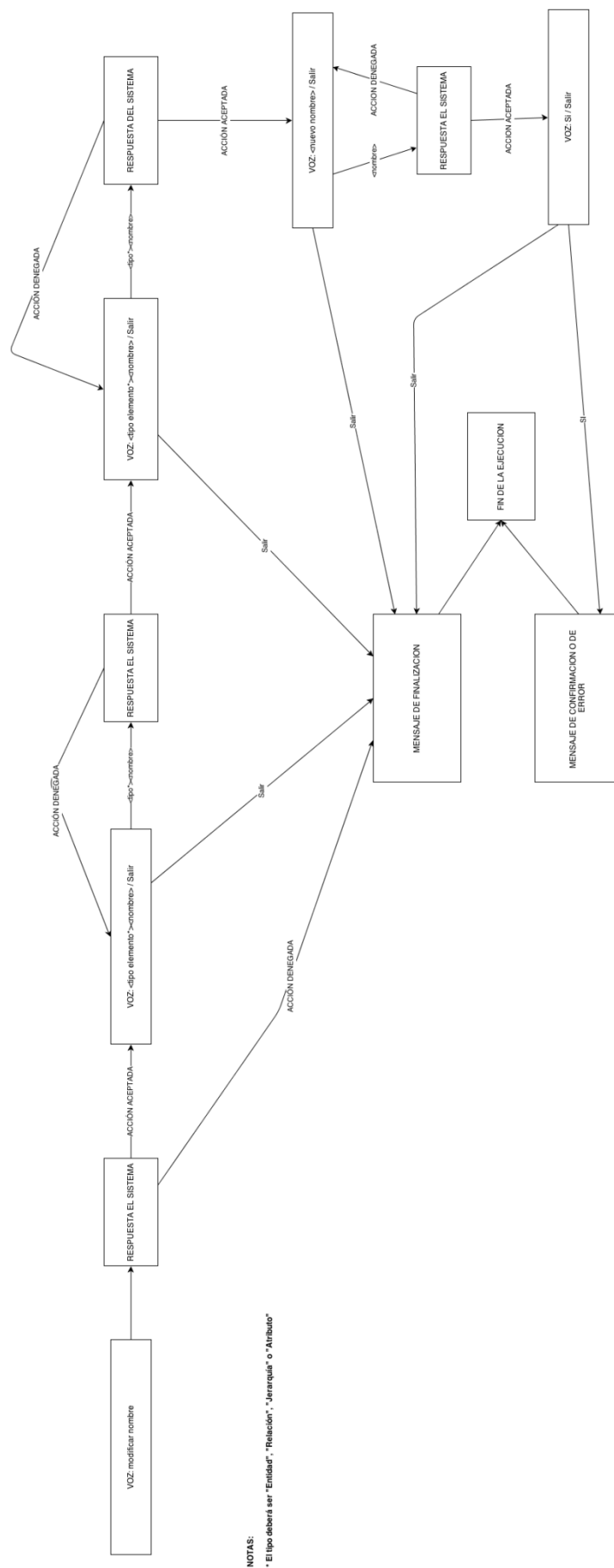


Ilustración 178: Diagrama de ejecución del proceso para modificar el nombre de un elemento

Ilustración 179: Diagrama de ejecución del proceso para modificar la cardinalidad de una relación

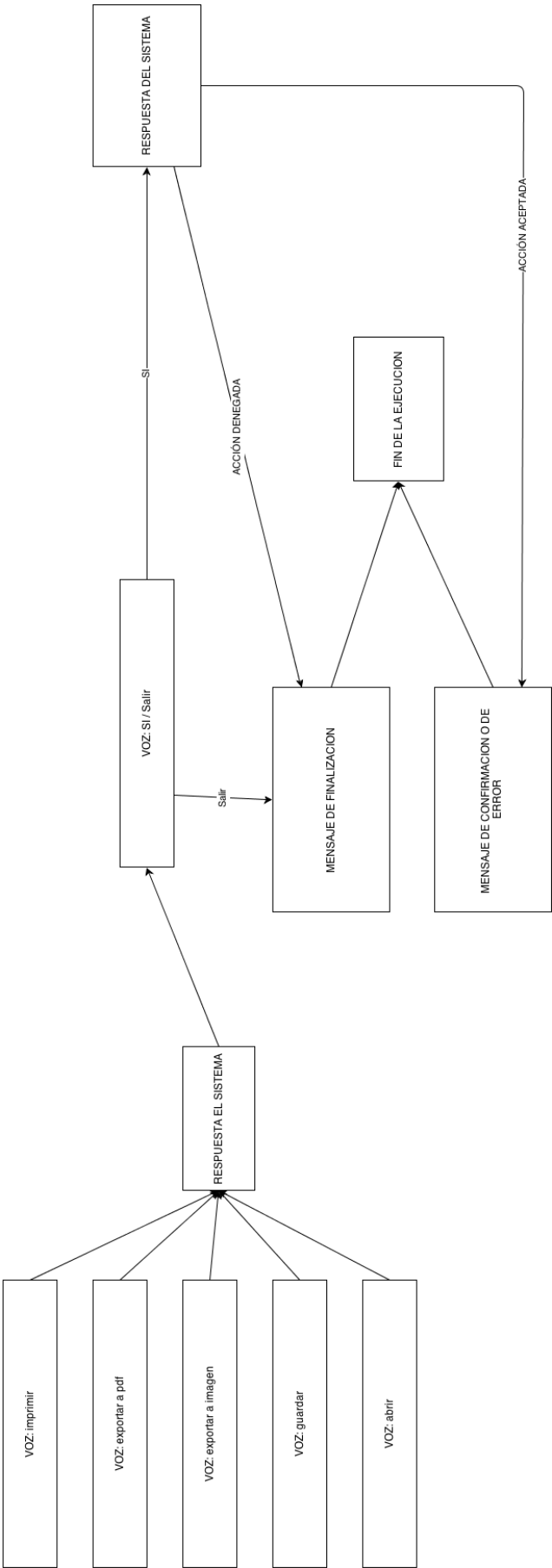


Ilustración 180: Diagrama de ejecución del proceso de imprimir, exportar, guardar y abrir

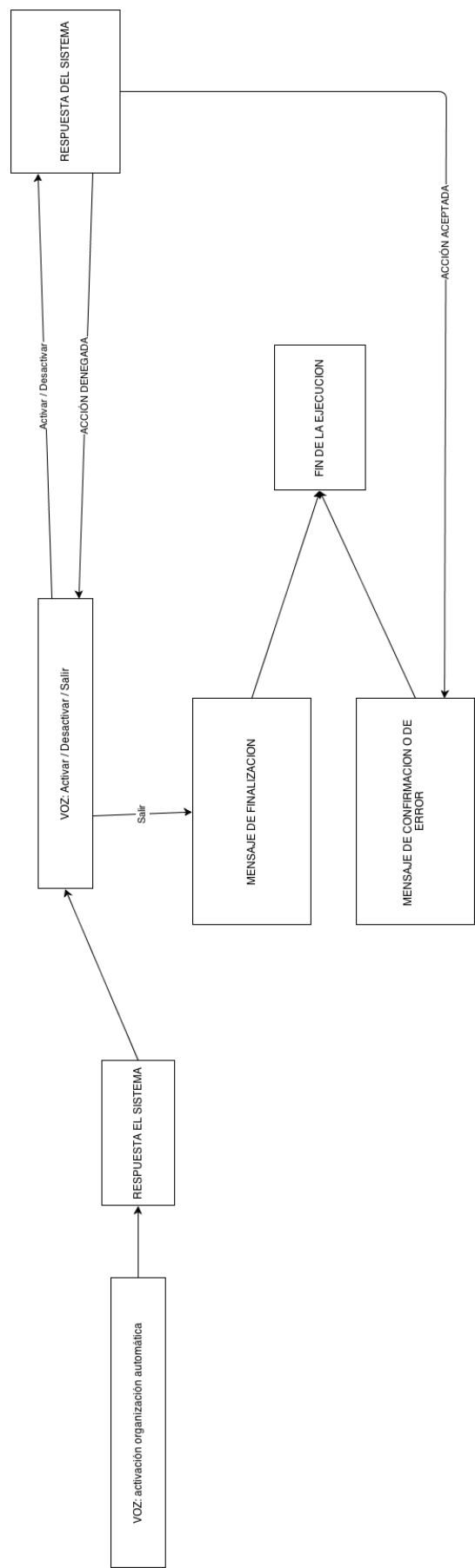


Ilustración 181: Diagrama de ejecución del proceso de activación o desactivación de la reorganización automática post-inserción

En esta última opción, cuando un elemento es insertado mediante una pantalla accesible o por voz, el diagrama es reorganizado para optimizar la visión del mismo por parte del usuario. Si esta opción es desactivada, todo elemento insertado desde entonces será introducido en el origen del diagrama (*parte superior-izquierda*), sobreponiendo todos los elementos unos a otros, por lo que se recomienda mantener esta opción activada para una correcta visualización.

5.4. Atajos de teclado

A continuación se muestra una tabla con los atajo de teclado que podrán ser utilizados en la aplicación para cada una de sus funcionalidades:

ATAJO	ACCIÓN
CTRL + 1	Pantalla accesible conexión de atributos
CTRL + 2	Pantalla accesible configuración de interrelaciones
CTRL + 3	Pantalla accesible configuración de jerarquías
CTRL + 4	Pantalla accesible desvinculación de elementos
CTRL + 5	Pantalla accesible renombre de elementos
CTRL + 6	Pantalla accesible modificación de cardinalidades
CTRL + 7	Pantalla accesible de eliminación
CTRL + 8	Pantalla accesible de resumen del diagrama
CTRL + 9	Pantalla accesible validación del diagrama
CTRL + 0	Pantalla accesible apertura de diagrama o opciones de accesibilidad
CTRL + ?	Pantalla accesible guardado de diagrama o opciones de accesibilidad
CTRL + ¿	Pantalla accesible exportación de fichero PDF o JPG
CTRL + *	Pantalla accesible cambio o configuración de opciones

ATAJO	ACCIÓN
<i>CTRL + ^</i>	Pantalla accesible inserción de elementos
<i>ESC</i>	Cerrar cualquier pantalla accesible
<i>CTRL + A</i>	Abrir diagrama
<i>CTRL + S</i>	Guardar diagrama
<i>CTRL + D</i>	Guardar diagrama como
<i>CTRL + F</i>	Abrir opciones accesibles
<i>CTRL + G</i>	Guardar opciones accesibles
<i>CTRL + H</i>	Imprimir
<i>CTRL + J</i>	Exportar PDF
<i>CTRL + K</i>	Exportar JPG
<i>CTRL + L</i>	Seleccionar todo
<i>CTRL + ``</i>	Eliminar todo el diagrama
<i>SUPR</i>	Eliminar el elemento o grupo de elementos seleccionado
<i>+</i>	Aumentar zoom
<i>-</i>	Disminuir zoom
<i>CTRL + Z</i>	Deshacer
<i>CTRL + Y</i>	Rehacer

ATAJO	ACCIÓN
CTRL + X	Cortar
CTRL + C	Copiar
CTRL + V	Pegar
8 TECLADO NÚMÉRICO (BLOQ.NUM ACTIVADO)	Mover cursor hacia arriba
5 TECLADO NÚMÉRICO (BLOQ.NUM ACTIVADO)	Mover cursor hacia abajo
4 TECLADO NÚMÉRICO(BLOQ.NUM ACTIVADO)	Mover cursor hacia izquierda
6 TECLADO NÚMÉRICO (BLOQ.NUM ACTIVADO)	Mover cursor hacia derecha
F1	Simula el botón izquierdo del ratón
F2	Simula el botón derecho del ratón
Rueda del ratón	Aumentar o disminuir zoom
F12	Comienzo o finalización de locución para entrada por voz
CTRL + Q	Posicionar puntero de ratón en el centro de la pantalla.
F3	Cambiar el nombre de un elemento
F4	Confirmar el cambio de nombre
INICIO	Disminuir las letras de la interfaz general
FIN	Aumentar las letras de la interfaz general
RE.PAG	Abrir el manual de usuario

Tabla 53: Atajos de teclado

Capítulo 6: Planificación

- En este apartado se procede a detallar la planificación seguida a lo largo de la realización del proyecto, para ello se aportan una serie de gráficos de tipo Gantt en la que se desglosa cada una de las partes implicadas así la persona que ha realizado esa labor [Gantt, 2012]. Cabe destacar que también se muestra en la planificación los tiempos y partes realizadas por el proyecto en colaboración [Visus.R, 2013]. Todo esto se muestra en la Ilustraciones 182-187.

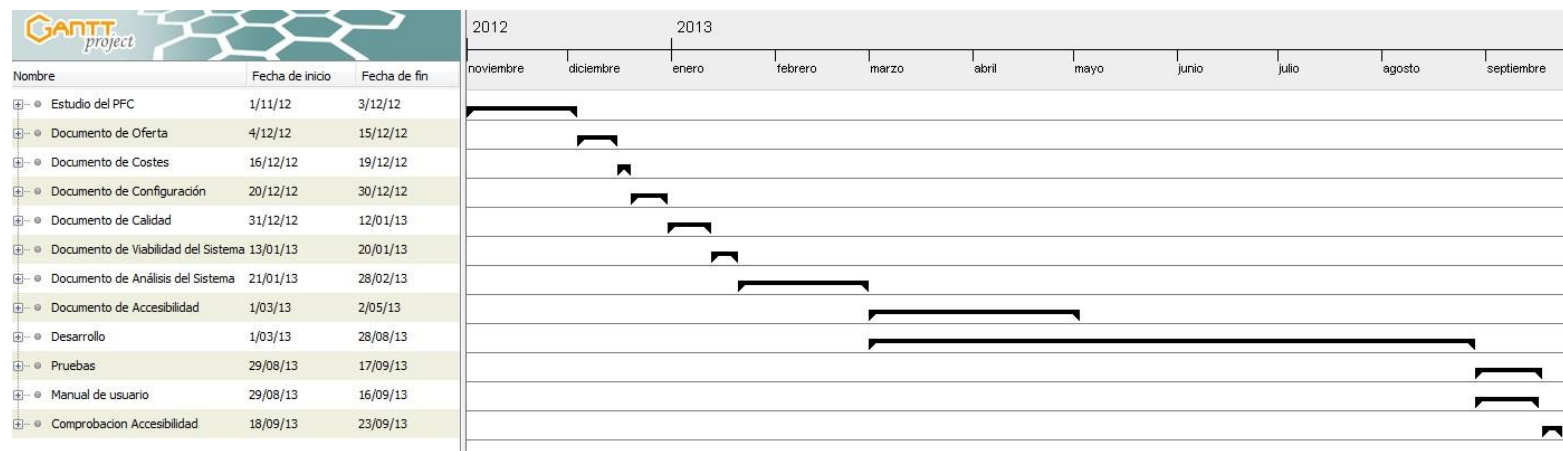


Ilustración 182: Diagrama de planificación entero

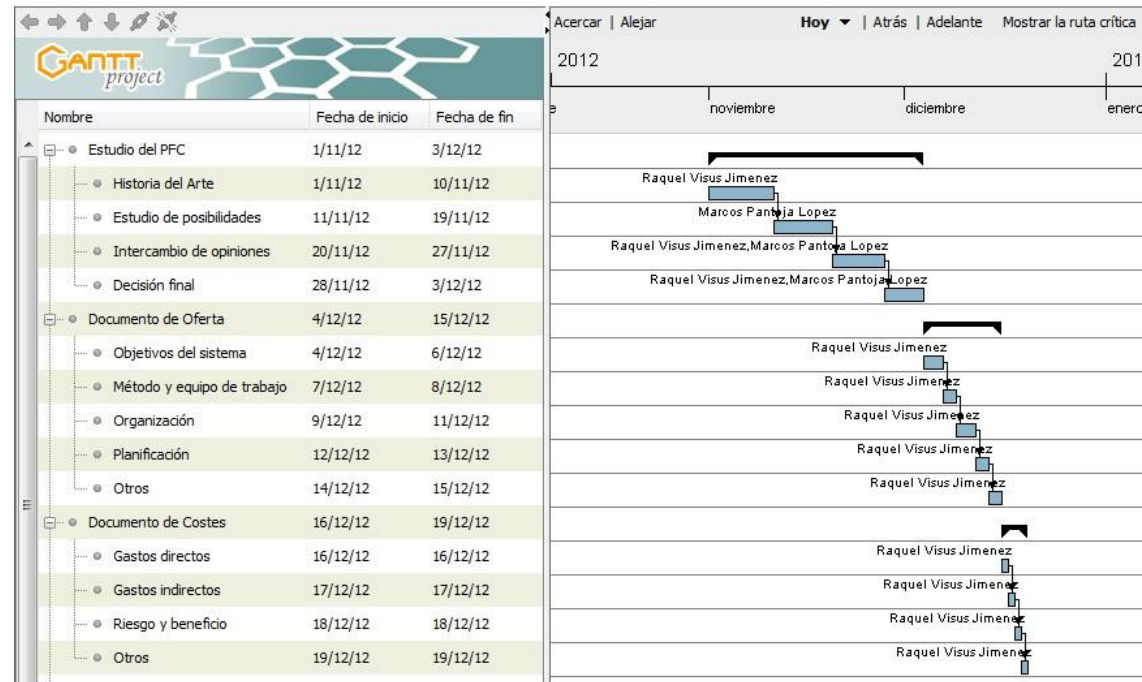


Ilustración 183: Diagrama de planificación desglosado (parte 1)

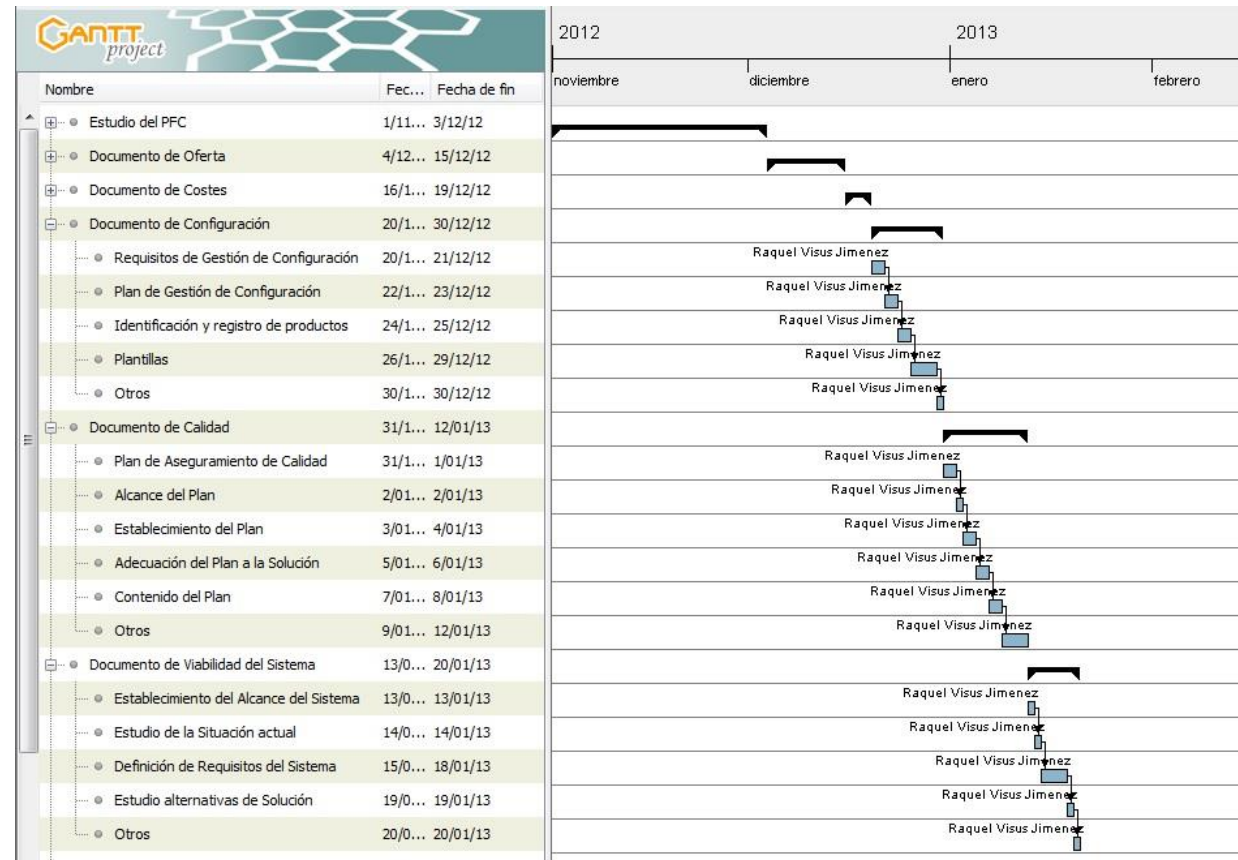


Ilustración 184: Diagrama de planificación desglosado (parte 2)

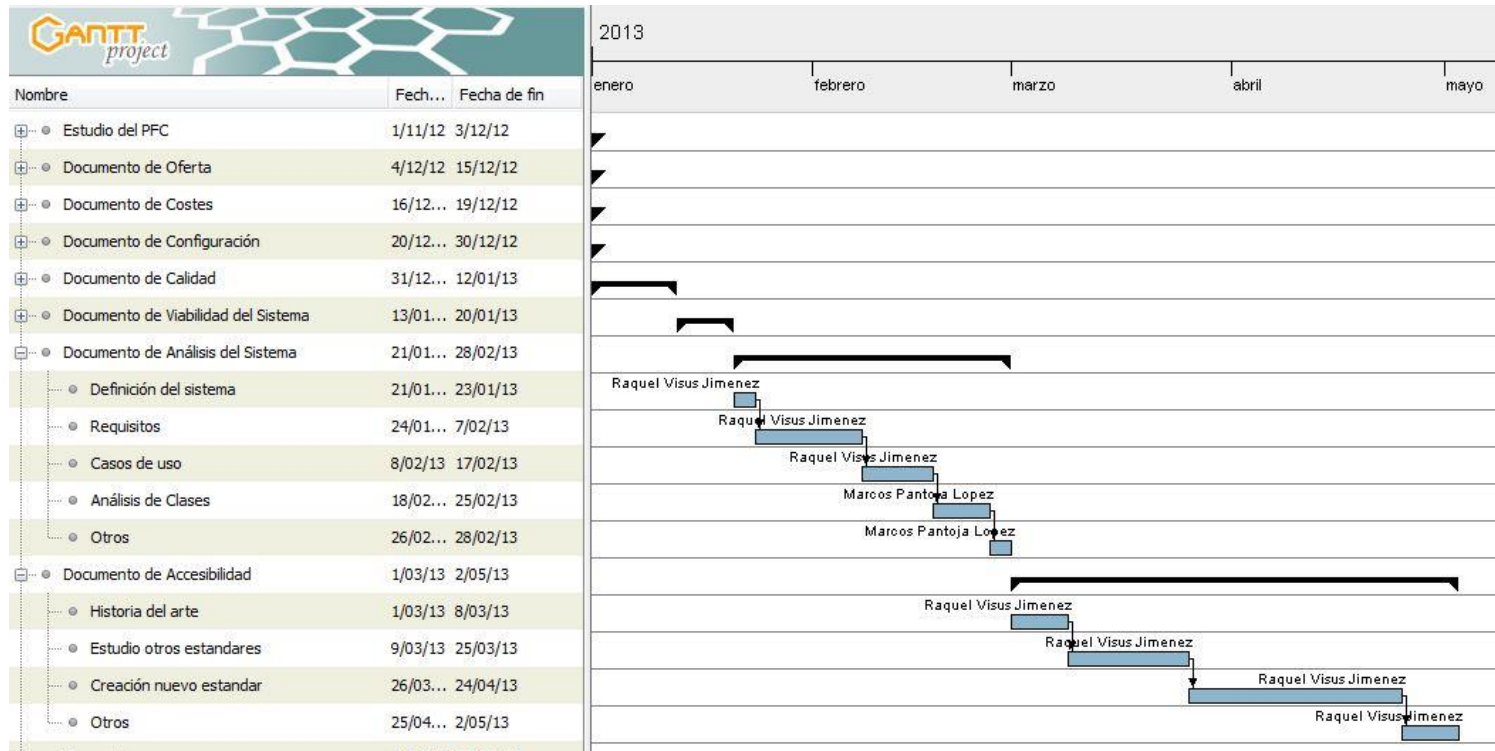


Ilustración 185: Diagrama de planificación desglosado (parte 3)

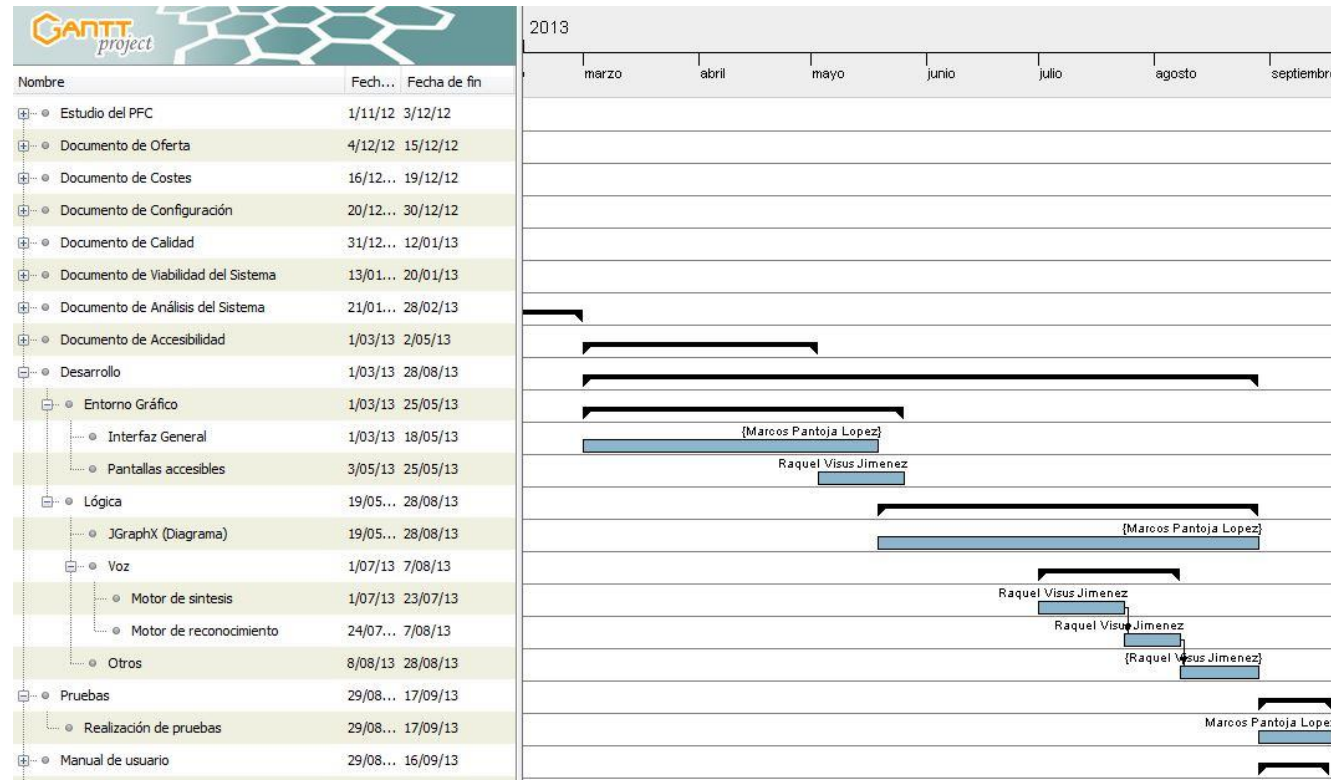


Ilustración 186: Diagrama de planificación desglosado (parte 4)

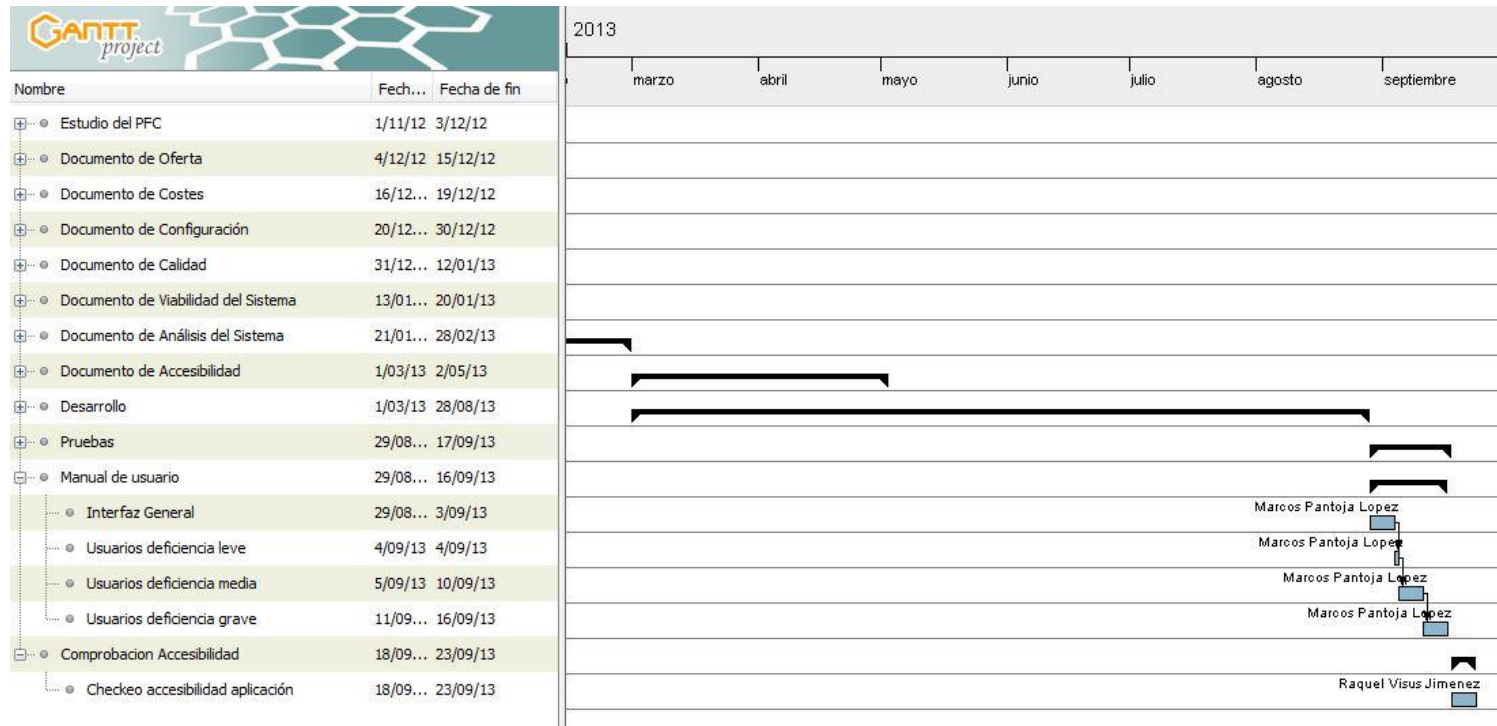


Ilustración 187: Diagrama de planificación desglosado (parte 5)

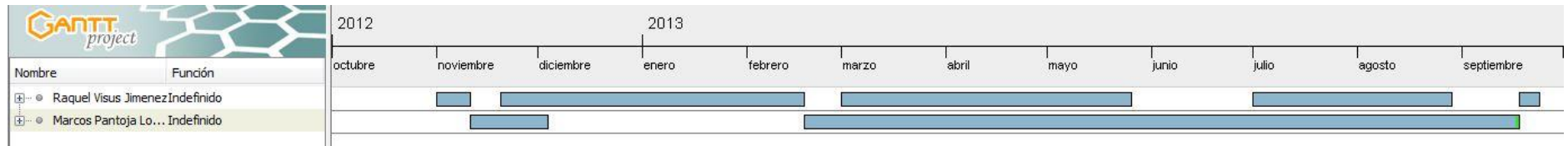


Ilustración 188: Diagrama de planificación desglosado (parte 5)

Capítulo 7: Calculo de costes

7.1. Introducción

El documento de cálculo de costes aporta toda la información relacionada con los costes asociados al proyecto. Estos serán desglosados y mostrados a continuación para que poder tener constancia de dónde sale cada gasto.

7.2. Gastos directos

7.2.1. Personal

A continuación se muestra un cuadro resumen con los cargos que ocupan cada uno de los miembros del equipo de trabajo asociados a una categoría, que se hará referencia a ellos a lo largo del documento.

CARGO	CATEGORÍA
Jefe de proyecto	C1
Gerente	C2
Responsable de gestión de configuración	C3
Ayudante de gestión de configuración	C4
Responsable de gestión de calidad	C5
Ayudante de gestión de calidad	C6
Responsable de gestión del proyecto	C7
Ayudante de gestión del proyecto	C8
Responsable de coordinación del software	C9
Analista sénior	C10
Diseñador sénior	C11

CARGO	CATEGORÍA
Programador Sénior	C12
Programador Sénior	C13

Tabla 54: Categorías de los cargos

A continuación se muestra la Tabla 55, en la cual se muestra la relación de horas trabajadas por cada categoría (cargo) en una actividad determinada y su salario correspondiente.

CARGO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	Total
Planificación	7	4	9	4	14	8	12	10	8	4	2	0	0	86
Gestión de configuración	9	6	12	7	5	3	12	7	5	8	3	0	0	82
Gestión de calidad	6	5	6	8	9	12	6	5	4	6	5	0	0	78
Estudio de viabilidad	3	4	3	2	2	3	6	2	3	6	2	0	0	42
Análisis del sistema	8	7	4	3	2	5	10	3	3	2	7	0	0	60
Diseño del sistema	9	7	3	2	5	1	15	5	14	2	2	0	0	86
Desarrollo del sistema	10	8	0	0	0	0	5	5	4	3	6	70	70	181
Gestión del proyecto	10	4	8	3	8	3	12	5	9	3	3	4	4	76
Total horas	62	45	45	29	45	35	76	42	50	34	30	74	74	691
Coste/Hora	22,31	21,90	17,32	8,00	15,62	7,20	18,50	9,32	14,52	13,12	11,50	8,00	8,00	175,31
Total (€)	1383,22	985,50	779,40	232,00	702,90	252,00	1406,00	391,44	726,00	446,08	345,00	592,00	592,00	8833,54

Tabla 55: Horas por actividad

7.2.2. Equipos

A continuación se muestra un cuadro resumen con los equipos utilizados para la realización del proyecto. Los precios han sido obtenidos de la página Web y proveedor nuestro: [Pccomponentes, 2003], elegido por su excelente relación calidad-precio y por su notable servicio post-venta.

En el cuadro resumen se podrá observar el coste por unidad, el número de equipos utilizados, el coste total (analizando el coste por unidad y el número de ellos), el tiempo de amortización estándar según el dispositivo, y el tiempo de amortización en base al tiempo de realización del proyecto. Por último, se podrá comprobar el coste total de cada elemento según la amortización del proyecto.

	PC sobremesa	PC portátil	Monitor	Impresora	Router	SAI
Coste/Unidad	515,00 €	469,00 €	99,95 €	52,00 €	50,00 €	238,00 €
Número de equipos	2	2	2	1	1	1
Coste total	1030,00 €	938,00 €	199,90 €	52,00 €	50,00 €	238,00 €
Amortización total	2 años	2 años	3 años	3 años	1 año	1 año
Amortización proyecto	11 meses	11 meses	11 meses	11 meses	11 meses	11 meses
TOTAL	472,08 €	492,91 €	61,08 €	15,88 €	45,83 €	218,16 €

Tabla 56: Coste equipos

7.2.3. Software

A continuación mostramos un cuadro resumen con el software empleado para la realización del proyecto. En el mismo se podrá observar el coste por unidad, el número de licencias, el coste total (analizando el coste por unidad y el número de licencias necesarias), el tiempo de amortización estándar según el programa, y el tiempo de amortización en base al tiempo de realización del proyecto. Por último, se podrá comprobar el coste total de cada elemento según la amortización del proyecto. No se han dado especificaciones económicas sobre el software libre utilizado. [Windows, 2007] [Office, 2007]

	Microsoft Windows 7	Microsoft Office	Microsoft Visio
Coste/Unidad	204,00 €	709,00 €	129,21 €
Número de licencias	4	4	4
Coste total	816,00	2.836,00 €	516,84 €
Amortización total	3 años	4 años	4 años
Amortización proyecto	11 meses	11 meses	11 meses
TOTAL	249,33 €	649,91 €	118,44 €

Tabla 57: Coste software

7.2.4. Material fungible

El gasto relativo al material de oficina asciende a 105 €/mes, por lo que el coste total para la realización del proyecto durante los 11 meses de duración de este son 1155 €.

Total/mes	Total (11 meses)
105,00 €	1.155,00 €

Tabla 58: Coste material fungible

7.2.5. Viajes y dietas

Dada la ubicación de la oficina de la empresa **Damm** y la del cliente (a 107 km de distancia en coche), es imprescindible incluir gastos de transporte y dietas para los miembros del equipo, dado que existe una reunión con el cliente a la semana.

- **Coste de combustible:** Se utiliza un automóvil con un consumo mixto de 6 l/100 km. Dada la distancia semanal a recorrer, el gasto total será de 20 €/quincena, ocasionando un total de 40 €/mes.
- **Coste dietas:** Contando 2 comidas cada quince, y un precio estándar de menú de 10 €, el total asciende a 40 €/mes.

Total/mes	Total (11 meses)
80,00 €	880,00 €

Tabla 59: Coste viajes y dietas

7.3. Gastos indirectos

Los gastos indirectos asociados al proyecto son:

Total/mes	Total (11 meses)
13.192,16 €	1.978,82 €

Tabla 60: Coste gastos indirectos

7.4. Total costes

CONCEPTO	COSTE
Personal	8.833,54 €
Equipos	1.305,94 €
Software	1.017,68 €
Material fungible	1.155,00 €
Viajes y dietas	880,00 €
Gastos indirectos	1.978,82 €
TOTAL	15.170,98 €

Tabla 61: Coste total asociado al proyecto

7.5. Riesgo

Como resultado de un estudio de riesgo del proyecto, se establece un 10% para el mismo.

Presupuesto total	Riesgo 10%
15.170,98 €	1.517,09 €

Tabla 62: Riesgo establecido

7.6. Beneficio

Se ha establecido un 20 % como beneficio para la empresa **Damm**.

Presupuesto total	Beneficio 20%
15.170,98 €	3.034,19 €

Tabla 63: Beneficio

7.7. Tabla resumen

GASTOS DIRECTOS					
Jefe de proyecto		62		22,31	1.383,22
Gerente		45		21,90	985,50
Responsable gestión de configuración		45		17,32	779,40
Ayudante gestión de configuración		29		8,00	232,00
Responsable gestión de calidad		45		15,62	702,90
Ayudante gestión de calidad		35		7,20	252,00
Responsable gestión del proyecto		76		18,50	1.406,00
Ayudante gestión del proyecto		42		9,32	391,44
Responsable coordinación del software		50		14,52	726,00
Analista sénior		34		13,12	446,08
Diseñador sénior		30		11,50	345,00
Programador Sénior		74		8,00	592,00
Programador Sénior		74		8,00	592,00
Total coste personal					8.833,54
Concepto HW	Coste (€)	Uds.	Amortización	P. Asociado	Total (€)
Ordenador sobremesa	515,00	2	2 años	11 meses	472,08
Ordenador portátil	469,00	2	2 años	11 meses	492,91
Monitor	99,95	2	3 años	11 meses	61,08
Impresora	52,00	1	3 años	11 meses	15,88
Router	50,00	1	1 año	11 meses	45,83
SAI	238,00	1	1 año	11 meses	218,16
Total coste equipo					1.305,94
Concepto HW	Coste (€)	Uds.	Amortización	P. Asociado	Total (€)
MSWindows 7	204,00	4	3 años	11 meses	249,33
MSOffice 2007	709,00	4	4 años	11 meses	649,91
MSVisio 2007	129,21	4	4 años	11 meses	118,44
Total coste software					1.017,68
Concepto fungible	€/mes	Duración del proyecto			Total (€)
Material de oficina	105,00	11 meses			1.155,00
Total gasto fungible					1.155,00
Concepto viajes y dietas	€/mes	Duración del proyecto			Total (€)
Combustible	40,00	11 meses			440,00
Dietas	40,00	11 meses			440,00
Total gastos viajes y dietas					880,00
GASTOS INDIRECTOS					
Concepto	Gastos directos (€)		Porcentaje		Total (€)
Gastos indirectos	13192,16		15 %		1.978,82
Total gastos indirectos					1.978,82

PRESUPUESTO TOTAL		
Concepto	Total (€)	
Gastos directos	1.3192,16	
Gastos indirectos	1.978,82	
Riesgo (10%)	1.517,09	
Beneficio (20%)	3.034,19	
Presupuesto total	IVA no incluido	19.722,26
	IVA incluido (21%)	23.863,93

Tabla 64: Resumen económico total

7.8. Precio final

Como se ha establecido en la tabla anterior, el precio que deberá abonar el cliente por el desarrollo del proyecto será:

Concepto	Total (€)	
Gastos directos	13.192,16	
Gastos indirectos	1.978,82	
Riesgo (10%)	1.517,09	
Beneficio (20%)	3.034,19	
Presupuesto total	IVA no incluido	19.722,26
	IVA incluido (21%)	23.863,93

Tabla 65: Precio final

Capítulo 8: Conclusiones

En este proyecto se han realizado diferentes fases y etapas, las cuales están recogidas en el Capítulo 1 de introducción. Los objetivos del proyecto se han satisfecho.

Este proyecto ha sido fruto del gran trabajo realizado junto con el proyecto [Visus R.,2013], en el cuál se realizó un profundo trabajo de análisis que desembocó en el análisis final y desarrollo de la aplicación que comprende este proyecto, además de dotar al sistema de las herramientas accesibles necesarias para facilitar su uso por parte del colectivo de usuarios con discapacidad.

El software supone una innovación en su campo, porque como se comentó en el Capítulo 2 dedicado al estado de la cuestión, las herramientas disponibles para la edición de diagramas según Modelo Entidad/Interrelación son escasas, y las existentes no permiten un uso adecuado del mismo.

Por otro lado, este proyecto ha sido el generador de un gran paso para el colectivo de usuarios con discapacidad, que desde ahora, dispondrá de una herramienta accesible, con el que podrán diseñar y generar diagramas según Modelo Entidad/Interrelación, independientemente de sus características de acceso.

Del mismo modo, la realización del Manual de Usuario supone un estudio y análisis profundo del sistema y sus interfaces de usuario, lo que permite un aprendizaje completo del mismo de forma rápida e intuitiva.

Como futuras líneas de mejora o perfeccionamiento de la aplicación, se podrían optimizar los siguientes puntos:

- Un módulo de Transformación del Modelo Entidad/Interrelación al Modelo Relacional.
- La posibilidad de exportar el diagrama realizado en formato SQL, para su inclusión en una Base de Datos.

Capítulo 9: Glosario

Exportar	Hacer a una aplicación crear un documento que la misma aplicación no podrá editar luego, o bien, podrá editar solo a través de la importación. En el caso que nos ocupa este documento será .pdf.
Modelo Entidad/Interrelación	Es una herramienta para el modelado de datos que permite representar las entidades relevantes de un sistema de información así como sus interrelaciones y propiedades.
Entidad	Representa una cosa u objeto del mundo real con existencia independiente, es decir, se diferencia unívocamente de otro objeto o cosa, incluso siendo del mismo tipo, o una misma entidad
Atributo	Los atributos son las características que definen o identifican a una entidad. Estas pueden ser muchas, y el diseñador solo utiliza o implementa las que considere más relevantes. Los atributos son las propiedades que describen a cada entidad en un conjunto de entidades
Interrelación	Describe cierta dependencia entre entidades o permite la asociación de las mismas
Jerarquía	Se utiliza para expresar relaciones entre relaciones. Es un método de abstracción cuando de una entidad pueden heredarse otras con características en común.
Accesibilidad	Incluye ayudas como las tipografías de alto contraste o gran tamaño, magnificadores de pantalla, lectores y revisores de pantalla, programas de reconocimiento de voz, teclados adaptados, y otros dispositivos apuntadores y de entrada de información, que facilitan el uso software por parte del colectivo de usuarios con discapacidad
Interfaz	Noción que se utiliza para nombrar a la conexión física y funcional entre dos sistemas o dispositivos de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles. En el caso gráfico, se refiere al puente de unión entre el usuario y el sistema
Métrica v3	Metodología de planificación de desarrollo y mantenimiento de sistemas de información.
Ingeniería de Requisitos	Tareas relacionadas con la determinación de las necesidades o de las condiciones a satisfacer para un software.
Sistema de Información	Cualquier sistema o subsistema de equipo de telecomunicaciones o computacional interconectados y que se utilicen para obtener, almacenar, manipular, administrar, mover, controlar, desplegar, intercambiar, transmitir o recibir voz y/o datos.
Hardware	Corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una computadora.
Software	Equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital.

MVC	<p>El Modelo Vista Controlador (MVC) es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario.</p>
JAVA	<p>El lenguaje de programación Java fue originalmente desarrollado por James Gosling de Sun Microsystems (la cual fue adquirida por la compañía Oracle) y publicado en el 1995 como un componente fundamental de la plataforma Java de Sun Microsystems. su sintaxis deriva mucho de C y C++, pero tiene menos facilidades de bajo nivel que cualquiera de ellos. Las aplicaciones de Java son generalmente compiladas a bytecode (clase Java) que puede ejecutarse en cualquier máquina virtual Java (JVM) sin importar la arquitectura de la computadora subyacente.</p>
Arrastrar y soltar	<p>Arrastrar y soltar (drag and drop) es una expresión informática que se refiere a la acción de mover con el ratón objetos de una ventana a otra o entre partes de una misma ventana. Los objetos arrastrados son habitualmente archivos, pero también pueden ser arrastrados otros tipos de elementos en función del programa.</p>
Máquina virtual Java	<p>Una máquina virtual Java (en inglés Java Virtual Machine, JVM) es una máquina virtual de proceso nativo, es decir, ejecutable en una plataforma específica, capaz de interpretar y ejecutar instrucciones expresadas en un código binario especial (el bytecode Java), el cual es generado por el compilador del lenguaje Java.</p>

Capítulo 10: Referencias

[Avast, 2013] Antivirus Avast. Disponible [Internet]:

<http://www.avast.com>

[BridgeJava, 2013] Modulo utilizado para permitir accesibilidad en aplicaciones JAVA

[Chen, 1976] Chen, P. P. (1976). The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data. ACM Transactions on Database Systems. 1, 1, 9-36.

[Dropbox, 2013] Sitio web utilizado para realizar backups de información. Disponible [Internet]:

<https://www.dropbox.com/>

[Eclipse, 2013] Entorno desarrollo para Java Eclipse Juno. Disponible [Internet]:

<http://www.eclipse.org/>

[Flac, 2010] Librería JAVA para la reproducción y síntesis de audio. Disponible [Internet]:

<https://jflac.sourceforge.net/>

[Gantt, 2012] Software para la creación de diagramas de planificación Gantt. Disponible [Internet]:

<http://www.ganttproject.biz/>

[Itext, 2009] Librería JAVA para la exportación a ficheros PDF. Disponible [Internet]:

<https://www.itextpdf.com/>

[JAWS, 2010] Lector de pantalla. Disponible [Internet]:

<http://www.freedomscientific.com/downloads/jaws/JAWS-whats-new.asp>

[JDK, 2013] Modulo para la ejecución y desarrollo de aplicaciones JAVA. Disponible [Internet]:

<http://www.java.com/es/download/>

[JGraph, 2008] Software gratuito para realizar casos de uso y demás diagramas utilizados en la ingeniería de software Draw.io. Disponible [Internet]:

<https://www.draw.io/> [JGraphX, 2010] Librería JAVA para la edición de diagramas. Disponible [Internet]:

<http://www.jgraph.com/jgraph.html>

[LucidChart, 2008] Flow charts, diagrams, UML sketches. Disponible [Internet]:

<https://www.lucidchart.com/>

[MetricaV3, 2010] Metodología oficial española para la realización de documentación pública. Disponible [Internet]:

http://administracionelectronica.gob.es/?_nfpb=true&_pageLabel=P60085901274201580632&langPae=es

[Office, 2007] Paquete ofimático Microsoft Office 2007. Disponible [Internet]:

<http://office.microsoft.com/es-es/default.aspx/>

[Pccomponentes, 2003] Catálogo hardware. Disponible [Internet]:

<http://www.pccomponentes.com>

[Visus R., 2013] Raquel Visus, Proyecto Fin de Carrera, Ingeniería Informática, Universidad Carlos III de Madrid, 2013. “Integrando requisitos de accesibilidad en el desarrollo de una herramienta de edición grafica para el Diseño de Bases de Datos”. Disponible en e-archivo UC3M

<http://e-archivo.uc3m.es>

[Windows, 2007] Sistema operativo Microsoft Windows 7. Disponible [Internet]:
<http://www.microsoft.com/windows/windows-7/>

[yWorks, 2013] Application that can be used to quickly and effectively generate high-quality diagrams. Disponible [Internet]:
http://www.yworks.com/en/products_yed_about.html

Capítulo 11: Bibliografía

Java SWING:

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/>

Java Bridge Access:

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/index-jsp-136191.html>

Modelo Entidad/Interrelación:

Cuadra et al.. Desarrollo de Bases de Datos: casos prácticos desde el análisis a la implementación. 2ª Edición actualizada. RAMA. 2012

Cursos OCW de Grupo LaBDA, Asignatura Diseño de Base de Datos: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-informatica/disenio-de-bases-de-datos>

ANEXO

Análisis de Consistencia y Especificación de Requisitos

El objetivo de esta tarea es asegurar la calidad de los distintos modelos y documentos que se han generado a lo largo del proceso de Análisis, y verificar que tanto los analistas como los usuarios tienen el mismo concepto del sistema.

Para ello se hará uso de matrices de trazabilidad con las cuales se podrá comprobar la consistencia entre cada uno de los requisitos de usuario, de software, los casos de uso y las clases.

Verificación y Análisis de Consistencia entre Modelos

En esta apartado se realiza una matriz de trazabilidad entre las clases y los casos de uso. Para mayor facilidad en las tablas asignamos unas siglas a cada clase, como se muestra en la siguiente tabla:

NOMBRE CLASE	SIGLAS
UI	UI
JGraphModel	JGM
AS	AS
TabbedPaneInfoInsertPanel	TPII
TabbedPaneInfoErrorPanel	TPIE
TabbedPaneInfoSummaryPanel	TPIS
TabbedPaneInfoNotesPanel	TPIN
OpenAndSave	OAS
CutAndCopyAction	CAC
PasteAction	PA
ExportAndPrint	EAP
ControlInputKeyboard	CIK
ActionsMicrophone	AM

Tabla 66: Asignación Clases a siglas

	CU_01	CU_02	CU_03	CU_04	CU_05	CU_06	CU_07	CU_08	CU_09	CU_10	CU_11	CU_12	CU_13	CU_14	CU_15	CU_16	CU_17	CU_18	CU_19	CU_20
UI	X	X		X	X	X		X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	
JGM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
AS		X				X			X				X						X	
TPII	X																			
TPIE																				
TPIS																				
TPIN																				
OAS																		X	X	
CAC											X									
PA											X									
EAP																				
CIK		X	X			X	X		X	X			X	X					X	

	CU_01	CU_02	CU_03	CU_04	CU_05	CU_06	CU_07	CU_08	CU_09	CU_10	CU_11	CU_12	CU_13	CU_14	CU_15	CU_16	CU_17	CU_18	CU_19	CU_20
AM			X				X			X				X						

Tabla 67: Matriz de trazabilidad Clases-Casos de Uso (Parte 1)

	CU_21	CU_22	CU_23	CU_24	CU_25	CU_26	CU_27	CU_28	CU_29	CU_30	CU_31	CU_32	CU_33	CU_34	CU_35	CU_36	CU_37	CU_38	CU_39	CU_40
UI	X	X	X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X
JGM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
AS		X				X					X			X			X			X
TPII																				
TPIE																X				
TPIS													X							
TPIN																			X	
OAS	X	X																		
CAC																				
PA																				
EAP			X	X	X	X	X													
CIK		X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X

	CU_21	CU_22	CU_23	CU_24	CU_25	CU_26	CU_27	CU_28	CU_29	CU_30	CU_31	CU_32	CU_33	CU_34	CU_35	CU_36	CU_37	CU_38	CU_39	CU_40
AM				X			X		X			X			X			X		

Tabla 68: Matriz de trazabilidad Clases-Casos de Uso (Parte 2)

Validación de los Modelos

En este apartado se realiza en primer lugar una matriz de trazabilidad para comprobar la consistencia entre los requisitos de usuario y los requisitos de software, y en segundo lugar, una matriz entre los requisitos de usuario y los casos de uso.

	RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05	RS_06	RS_07	RS_08	RS_09	RS_10	RS_11	RS_12	RS_13	RS_14	RS_15	RS_16	RS_17	RS_18	RS_19	RS_20
RU_01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RU_02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
RU_03														X	X	X	X	X	X	X
RU_04																				
RU_05																				
RU_06																				
RU_07																				
RU_08																				
RU_09																				
RU_10																				

	RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05	RS_06	RS_07	RS_08	RS_09	RS_10	RS_11	RS_12	RS_13	RS_14	RS_15	RS_16	RS_17	RS_18	RS_19	RS_20
RU_11											X	X	X							
RU_12																				
RU_13																				
RU_14																				
RU_15																				
RU_16																				
RU_17																				
RU_18																				
RU_19		X				X			X						X				X	X
RU_20			X							X						X				
RU_21																				
RU_22																				

	RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05	RS_06	RS_07	RS_08	RS_09	RS_10	RS_11	RS_12	RS_13	RS_14	RS_15	RS_16	RS_17	RS_18	RS_19	RS_20
RU_23																				
RU_24																				
RU_25								X				X	X							
RU_26																				
RU_27																				
RU_28																				
RU_29																				
RU_30																				
RU_31																				
RU_32																				
RU_33																				
RU_34																				

Tabla 69: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 1)

	RS_21	RS_22	RS_23	RS_24	RS_25	RS_26	RS_27	RS_28	RS_29	RS_30	RS_31	RS_32	RS_33	RS_34	RS_35	RS_36	RS_37	RS_38	RS_39	RS_40
RU_01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RU_02																				
RU_03	X	X	X	X	X	X	X													
RU_04								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RU_05																				
RU_06																				
RU_07																				
RU_08																				
RU_09																				
RU_10																				
RU_11					X	X	X												X	X
RU_12																				

	RS_21	RS_22	RS_23	RS_24	RS_25	RS_26	RS_27	RS_28	RS_29	RS_30	RS_31	RS_32	RS_33	RS_34	RS_35	RS_36	RS_37	RS_38	RS_39	RS_40
RU_13																				
RU_14																				
RU_15																				
RU_16																				
RU_17																				
RU_18																				
RU_19			X						X				X	X			X			
RU_20				X						X								X		
RU_21																				
RU_22																				
RU_23																				
RU_24																				

	RS_21	RS_22	RS_23	RS_24	RS_25	RS_26	RS_27	RS_28	RS_29	RS_30	RS_31	RS_32	RS_33	RS_34	RS_35	RS_36	RS_37	RS_38	RS_39	RS_40
RU_25		X				X	X									X				X
RU_26																				
RU_27																				
RU_28																				
RU_29																				
RU_30																				
RU_31																				
RU_32																				
RU_33																				
RU_34																				

Tabla 70: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 2)

	RS_41	RS_42	RS_43	RS_44	RS_45	RS_46	RS_47	RS_48	RS_49	RS_50	RS_51	RS_52	RS_53	RS_54	RS_55	RS_56	RS_57	RS_58	RS_59	RS_60
RU_01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RU_02																				
RU_03																				
RU_04	X																			
RU_05		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
RU_06															X	X	X			
RU_07																		X		
RU_08																			X	X
RU_09																				
RU_10																				
RU_11	X											X	X	X						
RU_12																				

	RS_41	RS_42	RS_43	RS_44	RS_45	RS_46	RS_47	RS_48	RS_49	RS_50	RS_51	RS_52	RS_53	RS_54	RS_55	RS_56	RS_57	RS_58	RS_59	RS_60
RU_13																				
RU_14																				
RU_15																				
RU_16																				
RU_17																				
RU_18																				
RU_19		X				X	X			X						X				X
RU_20			X								X						X			
RU_21																				
RU_22																				
RU_23																				
RU_24																				

	RS_41	RS_42	RS_43	RS_44	RS_45	RS_46	RS_47	RS_48	RS_49	RS_50	RS_51	RS_52	RS_53	RS_54	RS_55	RS_56	RS_57	RS_58	RS_59	RS_60
RU_25	x								x				x	x						
RU_26																				
RU_27																				
RU_28																				
RU_29																				
RU_30																				
RU_31																				
RU_32																				
RU_33																				
RU_34																				

Tabla 71: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 3)

	RS_61	RS_62	RS_63	RS_64	RS_65	RS_66	RS_67	RS_68	RS_69	RS_70	RS_71	RS_72	RS_73	RS_74	RS_75	RS_76	RS_77	RS_78	RS_79	RS_80
RU_01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
RU_02																				
RU_03																				
RU_04																				
RU_05																				
RU_06																				
RU_07																				
RU_08	X																			
RU_09		X	X	X	X	X	X													
RU_10								X												
RU_11									X											
RU_12											X	X	X							

	RS_61	RS_62	RS_63	RS_64	RS_65	RS_66	RS_67	RS_68	RS_69	RS_70	RS_71	RS_72	RS_73	RS_74	RS_75	RS_76	RS_77	RS_78	RS_79	RS_80
RU_13																	X	X	X	
RU_14																				X
RU_15																				
RU_16																				
RU_17																				
RU_18																				
RU_19			X			X						X			X			X		
RU_20	X			X			X						X			X			X	
RU_21														X	X	X				
RU_22																				
RU_23																				
RU_24																				

	RS_61	RS_62	RS_63	RS_64	RS_65	RS_66	RS_67	RS_68	RS_69	RS_70	RS_71	RS_72	RS_73	RS_74	RS_75	RS_76	RS_77	RS_78	RS_79	RS_80
RU_25																				
RU_26																				
RU_27																				
RU_28																				
RU_29																				
RU_30																				
RU_31																				
RU_32																				
RU_33										X										
RU_34																				

Tabla 72: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 4)

	RS_81	RS_82	RS_83	RS_84	RS_85	RS_86	RS_87	RS_88	RS_89	RS_90	RS_91	RS_92	RS_93	RS_94	RS_95	RS_96	RS_97	RS_98	RS_99	RS_100
RU_01																				
RU_02																				
RU_03																				
RU_04																				
RU_05																				
RU_06																				
RU_07																				
RU_08																				
RU_09																				
RU_10																				
RU_11																				
RU_12																				

	RS_81	RS_82	RS_83	RS_84	RS_85	RS_86	RS_87	RS_88	RS_89	RS_90	RS_91	RS_92	RS_93	RS_94	RS_95	RS_96	RS_97	RS_98	RS_99	RS_100
RU_13																				
RU_14	X																			
RU_15		X																		
RU_16			X	X	X															
RU_17						X	X	X												
RU_18									X											
RU_19				X			X			X										
RU_20	X				X			X												
RU_21										X										
RU_22											X									
RU_23												X								
RU_24													X	X						

	RS_81	RS_82	RS_83	RS_84	RS_85	RS_86	RS_87	RS_88	RS_89	RS_90	RS_91	RS_92	RS_93	RS_94	RS_95	RS_96	RS_97	RS_98	RS_99	RS_100
RU_25															X					
RU_26																X				
RU_27																	X			
RU_28																		X		
RU_29																			X	
RU_30																				X
RU_31																				
RU_32																				
RU_33																				
RU_34																				

Tabla 73: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 5)

	RS_101	RS_102	RS_103
RU_01			
RU_02			
RU_03			
RU_04			
RU_05			
RU_06			
RU_07			
RU_08			
RU_09			
RU_10			
RU_11			
RU_12			

	RS_101	RS_102	RS_103
RU_13			
RU_14			
RU_15			
RU_16			
RU_17			
RU_18			
RU_19			
RU_20			
RU_21			
RU_22			
RU_23			
RU_24			

	RS_101	RS_102	RS_103
RU_25			
RU_26			
RU_27			
RU_28			
RU_29			
RU_30			
RU_31	X		
RU_32		X	
RU_33			X
RU_34			

Tabla 74: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de usuario-Requisitos de Software (Parte 6)

	CU_01	CU_02	CU_03	CU_04	CU_05	CU_06	CU_07	CU_08	CU_09	CU_10	CU_11	CU_12	CU_13	CU_14	CU_15	CU_16	CU_17	CU_18	CU_19	CU_20
RU_01																				
RU_02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
RU_03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
RU_04	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
RU_05	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
RU_06												X	X	X						
RU_07															X					
RU_08												X	X	X						
RU_09												X	X	X						
RU_10																	X			
RU_11																X				
RU_12											X									

	CU_01	CU_02	CU_03	CU_04	CU_05	CU_06	CU_07	CU_08	CU_09	CU_10	CU_11	CU_12	CU_13	CU_14	CU_15	CU_16	CU_17	CU_18	CU_19	CU_20
RU_13																		X	X	X
RU_14																				
RU_15																				
RU_16																				
RU_17																				
RU_18																				
RU_19																				
RU_20		X				X			X				X						X	
RU_21			X				X			X				X						X
RU_22																				
RU_23																				
RU_24																				

	CU_01	CU_02	CU_03	CU_04	CU_05	CU_06	CU_07	CU_08	CU_09	CU_10	CU_11	CU_12	CU_13	CU_14	CU_15	CU_16	CU_17	CU_18	CU_19	CU_20
RU_25																				
RU_26																				
RU_27																				
RU_28																				
RU_29																				
RU_30																				
RU_31																				
RU_32																				
RU_33																				
RU_34																				

Tabla 75: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de Usuario-Casos de Uso (Parte 1)

	CU_21	CU_22	CU_23	CU_24	CU_25	CU_26	CU_27	CU_28	CU_29	CU_30	CU_31	CU_32	CU_33	CU_34	CU_35	CU_36	CU_37	CU_38	CU_39	CU_40
RU_01																				
RU_02																				
RU_03																				
RU_04																				
RU_05																				
RU_06																				
RU_07																				
RU_08																				
RU_09																				
RU_10																				
RU_11																				
RU_12																				

	CU_21	CU_22	CU_23	CU_24	CU_25	CU_26	CU_27	CU_28	CU_29	CU_30	CU_31	CU_32	CU_33	CU_34	CU_35	CU_36	CU_37	CU_38	CU_39	CU_40
RU_13																				
RU_14			X	X	X	X	X													
RU_15								X	X			X								
RU_16										X	X									
RU_17													X	X	X					
RU_18																X	X	X		
RU_19																			X	
RU_20		X				X					X			X			X			X
RU_21				X			X		X			X			X			X		
RU_22																				X
RU_23																				
RU_24																				

	CU_21	CU_22	CU_23	CU_24	CU_25	CU_26	CU_27	CU_28	CU_29	CU_30	CU_31	CU_32	CU_33	CU_34	CU_35	CU_36	CU_37	CU_38	CU_39	CU_40
RU_25																				
RU_26																				
RU_27																				
RU_28																				
RU_29																				
RU_30																				
RU_31																				
RU_32																				
RU_33	X	X																		
RU_34																				

Tabla 76: Matriz de trazabilidad entre Requisitos de Usuario-Casos de Uso (Parte 2)